

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ Г. ПЕТЕРГОФ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ОБЩЕСТВО
ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ

ПРИРОДНЫЕ
И КУЛЬТУРНЫЕ РЕСУРСЫ
В ЭКОСИСТЕМАХ
ПЕТЕРГОФА

Научные редакторы
Д. В. Осипов, Д. Ю. Власов

Санкт-Петербург
2016

УДК 574.4; 574.5; 572.1/4

Печатается по решению Ученого совета Санкт-Петербургского общества
естествоиспытателей

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор,
зав. каф. ботаники биологического факультета СПбГУ

А. А. Паутов

доктор биологических наук

А. И. Раилкин

Научные редакторы:

Д. В. Осипов, Д. Ю. Власов

П **Природные и культурные ресурсы в экосистемах Петергофа:**
Колл. монография / Под ред. Д. В. Осипова, Д. Ю. Власова. — СПб.:
Изд-во ВВМ, 2016. — 175 с.

ISBN978–5–9651–1015–5

В монографии рассматривается широкий круг экологических проблем, а также вопросы экологического образования, которые на протяжении последних 10 лет поднимались на экологических школах в Сергиевке. В книге собраны работы биологов, которые нацелены на изучение экосистем Петергофа и сопредельных территорий. Особое внимание уделено изучению и сохранению биоразнообразия, созданию особо охраняемых природных территорий, экологии трансформированных экосистем, развитию методов мониторинга природной среды и аналитических исследований, а также экологическим аспектам сохранения объектов культурного наследия.

Издание осуществлено при финансовой поддержке
Муниципального образования Петергоф

ISBN978–5–9651–1015–5

© Санкт-Петербургский
государственный университет, 2016

Опыт организации неформального экологического образования и просвещения молодежи в г. Петергофе

**В. Н. Рябова¹, М. И. Барышников², Д. Ю. Власов¹,
В. А. Васильева¹, Т. В. Кондрашова¹, Д. В. Осипов¹**

¹Санкт-Петербургский государственный университет,

²Муниципальное образование г. Петергоф

a-mar-41@mail.ru

В конце прошлого века теория и практика экологического образования обогатились концепцией о его непрерывности: дошкольное — школьное — вузовское — послевузовское (Проект. Концептуальные подходы к развитию муниципальной системы непрерывного экологического образования в Санкт-Петербурге) (Проект. Концептуальные подходы ..., 1998).

Целью данного проекта являлась разработка научно-теоретических основ становления муниципальной системы непрерывного экологического образования, обеспечивающей условия для развития экологической культуры всех слоев населения. При этом под экологическим образованием понимался непрерывный процесс наследования и расширенного воспроизводства человеком экологической культуры, направленный на формирование системы научных и практических знаний и умений, ценностных ориентаций, поведения и деятельности, обеспечивающих ответственное отношение к окружающей социально-природной среде, устойчивое развитие человечества как коэволюцию Природы и Общества.

Авторы убеждены, что и сегодня необходимость непрерывного экологического образования остается массовой, она касается всех профессиональных и возрастных слоев населения. В условиях современной социально-экономической обстановки в стране повышение качества экологического воспитания, просвещения и образования возможно в рамках неформального образования, представленного разнообразными формами, например: лагеря, эколого-образовательные проекты, семейные комплексные исто-

рико-экологические экскурсии, научно-практические конференции разного уровня и т. п.

Несколько забегаая вперед подчеркнем, что, следуя идее «изучения природы среди самой природы», возникшей среди группы профессоров Петроградского университета еще в 1919 году, при подготовке любых образовательных проектов среди прочих организационно-педагогических принципов системы непрерывного экологического образования, мы выделяем регионализацию и модульный принцип построения образовательных программ. При этом воспитательный, просветительский и образовательный процессы могут осуществляться на общественной, кооперативной основе.

Среди множества направлений экологического образования, бурно развивающихся в России в конце прошлого (20-го) — начале нынешнего века, мы избрали и убежденно работаем в области практической полевой экологии. Мы разделяем точку зрения всех, кто считает, что нельзя учить молодежь экологии по книгам и в классных комнатах, их надо обязательно выводить, вывозить и «вытаскивать» в «дикую природу», где давать им возможность поизучать, пощупать, а в конечном итоге — почувствовать природу, показать красоту и гармонию в природе, воспитать личную ответственность каждого за состояние окружающей среды, обучить жизни в гармонии с природой.

Школьные эколого-образовательные проекты: «Культурно-экологический лагерь «Самсон»» (1996–1998, 2000–2002 гг.) и «Планета Петергоф — шаг в третье тысячелетие» (2002–2006 гг.). Деятельность летнего лагеря началась в Новом Петергофе на базе 542 школы в непосредственной близости от комплекса пейзажных парков — Александринского и Александрии, а также Государственного художественно-архитектурного дворцово-паркового музея-заповедника «Петродворец», и была продолжена в Старом Петергофе на базе 411-й, а затем и 567-й школ, расположенных вблизи водоподводящей системы г. Петергофа. На базе 567-й школы «стартовал» и круглогодичный муниципальный детский проект «Планета Петергоф». Главные цели обоих проектов: участие молодежи в сохранении и популяризации Всемирного культур-

ного и природного наследия; активное включение школьников города Петергофа в выполнение природоохранных акций в рамках целевых программ Администрации Санкт-Петербурга и местных органов власти; развитие региональной системы непрерывного многоуровневого экологического образования и воспитания; массовое распространение экологических знаний среди населения.

В разработанных В. Н. Рябовой для муниципального образования г. Петергоф проектах неформальная экологическая группа состояла из сотрудников научных и высших учебных заведений (СПбГУ, Институт озероведения РАН), органов представительной и исполнительной власти района (Муниципальный совет и Администрация МО г. Петергоф), экологической службы Территориального управления Петродворцового административного района СПб), общеобразовательных школ, расположенных на территории МО г. Петергоф (школы: № 542 — директор А. Ш. Смирнова, № 411 — директор С. Г. Вишнякова, № 567 — директор О. А. Герасимова), а также государственных учреждений культуры и образования г. Петергофа (Централизованная библиотечная система — директор С. Т. Левченко, Дом детского творчества — директор Л. А. Хохлачева). Информационную поддержку обеспечивали газеты «Муниципальная Перспектива», «Петергофский Вестник» (Рябова, Караваева, 2000; Рябова и др., 2003).

К проектам, направленным на изучение и охрану объектов исторического, культурного и природного наследия в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, безусловно, относятся и организованные Биологическим НИИ Биолого-почвенного факультета СПбГУ «Историко-экологические экскурсии: комплексный памятник природы «Парк «Сергиевка»» (Усадьба герцогов Лейхтенбергских)».

Современный Санкт-Петербург имеет развитую систему особо охраняемых природных территорий (ООПТ), что обеспечивает европейский уровень поддержания биологического разнообразия в городской среде. Эколого-просветительская деятельность ООПТ в условиях мегаполиса является одной из главнейших.

ООПТ усадьба «Сергиевка» представляет собой уникальный объект. На небольшой территории (120 га), находящейся в Петродворцовом районе Санкт-Петербурга, расположен ряд интересных памятников истории, культуры, природы: дворец Лейхтенбергских, валун «Голова Адама» с изваянным неизвестным скульптором человеческим лицом, старинный парк, созданный на основе максимального использования естественных особенностей рельефа и растительности южного побережья Финского залива. Территория заповедного парка Биологического института — своеобразный эталон природных экосистем. Благодаря комплексным экологическим исследованиям парка в течение 90 лет получен богатейший материал для анализа динамики биоты всего Северо-Западного региона при возрастании антропогенных нагрузок (Парк «Сергиевка» ..., 2005). Парк «Сергиевка» как комплексный памятник природы включен в Красную книгу природы Ленинградской области и в Красную книгу природы Санкт-Петербурга.

В 2008 году Профсоюзный комитет СПбГУ обратился к Биологическому институту с предложением организовать в дни осенних школьных каникул для детей сотрудников университета экскурсии в парке «Сергиевка». Организаторами были разработаны три маршрута историко-экологической направленности для детей младшего, среднего и старшего возраста. Первые экскурсии состоялись осенью 2008 года и сразу вызвали огромный интерес не только у школьников, но и у родителей, бабушек, дедушек младших школьников, которые охотно присоединились к группам. Историко-экологические экскурсии проводятся нами уже на протяжении восьми лет, и интерес к ним только возрастает. Все большее число детей и взрослых принимают участие в этих поистине семейных экскурсиях.

Экскурсиями руководят: д. б. н., профессор, академик РАЕН Д. В. Осипов и кандидаты биологических наук В. А. Васильева, М. А. Надпорожская и В. Н. Рябова (Рис. 1, Рис. 2, Рис. 3)/ Как и почти сто лет тому назад для нас, как экскурсоводов, остаются полезными советы («Десять заповедей экскурсионного дела») по проведению экскурсий, выработанные еще в 1920 году на Павловской инструкторской экскурсионной станции.



Рис. 1. Историко-экологические семейные экскурсии в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия (2006 г.).

Университетские молодежные научные конференции как активная форма организации экологического образования. 23-го июля 2005 года Постановлением Правительства Российской Федерации № 449 Петергофу был присвоен статус Наукограда. Цель программы «Наукоград» — комплексное устойчивое социально-экономическое развитие муниципального образования «Город Петергоф» — на основе эффективного использования научного, образовательного и туристического потенциала территории и улучшения качества жизни населения. Для Санкт-Петербургского университета, являющегося научной базой создаваемого Наукограда, были определены приоритетные направления развития науки, технологии и техники, среди которых значатся: исследования в области экологии; основы функционирования системы «Город-Музей-Университет».



Рис. 2, 3. Историко-экологические семейные экскурсии в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия (2010, 2012 гг.).

В соответствии с пониманием культурно-формирующей роли СПбГУ в Петербурге, с 2006 г. в Биологическом НИИ Биолого-почвенного факультета СПбГУ появилась новая и, как показала практика, результативная форма работы в сфере экологического образования и просвещения — проведение молодежных научных экологических (или эколого-краеведческих) школ-конференций с участием не только студенческой молодежи, но и старшеклассников Санкт-Петербурга и Ленинградской области (Гранты на поддержание конгрессной деятельности комитета по Науке и высшей школе Правительства Санкт-Петербурга (2006–2007 гг.); Финансовая поддержка Дирекции Научограда РФ г. Петергофа (2008–2011 гг.) и МО г. Петергоф (2008–2015гг)). Основная цель конференций — обмен опытом проведения мониторинговых исследований в природных и антропогенных экосистемах, разработки экологических и образовательных программ в рамках концепции многоуровневой системы экологического образования. Важное место в материалах конференций отводится вопросам сотрудничества и взаимодействия в решении природоохранных задач.

В состав Программного оргкомитета вошли: деканы Биолого-почвенного ф-та СПбГУ — И. А. Горлинский (2006–2009 гг.), А. Д. Харазова (2010–2015 гг.), глава МО г. Петергоф — председатель муниципального совета МО г. Петергоф — М. И. Барышников, директор СПб государственного учреждения «Дирекция Научограда РФ г. Петергофа» — И. А. Кушеверский. Членами постоянного оргкомитета десяти проведенных конференций являются сотрудники Биологического факультета СПбГУ: д. б. н. Д. В. Осинов, д. б. н. Д. Ю. Власов, к. б. н. В. Н. Рябова, Т. В. Кондрашова, к. б. н. В. А. Васильева и др. (Рис. 4)

В 2006 г. в материалах конференции были опубликованы работы 131 автора (Экология г. Петергофа ..., 2006), в 2007 г. — 92 (Проблемы национального сектора Балтийского региона ..., 2007), в 2008 г. — 119 (Усадьба «Сергиевка» ..., 2008), в 2009 г. — 127 (Биоразнообразии и биоиндикация ..., 2009), в 2010 г. — 112 (Биомониторинг и охрана ..., 2010), в 2011 г. — 111 (Экологические проблемы ..., 2011), в 2012 г. — 94 (Экологические проблемы балтийского региона, 2012), в 2013 г. — 154 (Современные проблемы сохранения биоразнообразия ..., 2013), в 2014 г. —

121 (Сохранение природной среды ..., 2014) и в 2015 г. — 114 (Рациональное использование ..., 2015).



Рис. 4. Организационный комитет Школ-конференций в усадьбе «Сергиевка» 2006–2015 гг.: Д. В. Осипов — д. б. н., профессор, академик РАЕН, Д. Ю. Власов — профессор, д. б. н., В. Н. Рябова — к. б. н., В. А. Васильева — к. б. н., Т. В. Кондрашова

В последние годы в школьном образовании все более широкое распространение находит относительно новая педагогическая технология — эколого-образовательные проекты. В основном они представляют собой результат полевых исследований по различным проблемам окружающей среды и носят практический, чаще всего мониторинговый характер.

Чтобы представить себе разнообразие тематики исследовательских работ школьников, приведем некоторые из них.

- 2006 г. Оценка экологического состояния регионального ботанического заказника «Линдуловская роща» (ГОУ СОШ № 466, СПб.).

- 2007 г. Водоемы Петергофа как объекты рекреации и среда обитания водных организмов (ОДОД ГОУ СОШ № 567, СПб.); Река Караста. Большие надежды маленькой реки. (ГОУ ДОД ЦДТТ «Город Мастеров», СПб.).
- 2008 г. Прогностическая оценка состояния популяции редкого вида *Bellevalia sarmatica* (ГОУ СОШ № 4, г. Калачна-Дону).
- 2009 г. Гидрогеологические исследования и оценка экологического состояния природных вод бассейна озера Отрадное (Приозерский район Ленинградской области) (Всероссийская детская комплексная экспедиция «Живая вода», СПб.); Влияние вырубок на орнитофауну окрестностей р. Рагуша (Лаборатория экологии и биомониторинга «Эфа» СПб ГДТЮ, гимназия № 278, СПб.).
- 2010 г. Исследование биогеоценозов Александровского парка г. Пушкина (Центр природы ГОУ ДОД ДДЮТ Пушкинского р-на, ГОУ СОШ № 530, СПб.).
- 2011 г. Школьный эколого-образовательный проект «Изучение адаптаций высших водных растений к среде обитания (на примере водоемов Петергофа)» (ГОУ СОШ № 567, СПб); проект экологической тропы: «Форт Красная горка — Лебяжье» (ГОУ ДОД ЦДТТ «Город Мастеров», СПб.).
- 2012 г. Сравнение водной и наземной формы горца земноводного *Polygonum amphibium* L. (ГОУ СОШ № 235 Д. Д. Шостаковича; Дикорастущие декоративные растения во флоре Ржевского лесопарка и прилегающих территорий (ЭБЦ «Крестовский остров», лицей № 572).
- 2013 г. Водоросли реки Смоленки (Академическая гимназия СПбГУ); Изучение хламидомонад в окрестностях поселка Сосново Ленинградской области (Гимназия № 92, ГБОУ ДОД Дворца детского (юношеского) творчества Выборгского р-на СПб).
- 2014 г. Материалы для мониторинга популяций остролодочника грязноватого на участке заказника «Гряда Вярмянселькя» (Лаб. АИР, ЭБЦ «Крестовский остров»); Информационное сопровождение нескольких экологических

исследовательских проектов (ГБОУ ДДТ Петродворцового р-на г. СПб, ГОУ СОШ № 542).

- 2015 г. Дикорастущая осенняя фенофлора территории загородного центра детско-юношеского творчества «Зеркальный» и его окрестностей (ЭБЦ «Крестовский остров»); Использование картографических и спутниковых данных для определения рекреационного воздействия на прибрежные территории озер по маршруту экспедиции (ГБОУ ДОД ДЮОЦ «Петергоф»).

В качестве природных объектов исследований школьников-участников конференции сегодня являются: парк Александроневской лавры, парки Крестовского и Елагина островов (ЦПКиО им. Кирова), Приморский парк победы с р.Чухонкой, государственный музей-заповедник «Ораниенбаум» с р.Карастой, пейзажные парки г. Петергофа — Луговой, Английский, Александринский и г. Пушкина — Александровский, водоподводящая система г. Петергофа, Юнтоловский региональный комплексный заказник, региональный ботанический заказник «Линдуловская роща», Водлозерский национальный парк (Карелия), проектируемый природный парк «Ладожские шхеры», проектируемый региональный комплексный заказник «Ореховский», бассейн озера Отрадное и сосновые леса (Приозерский район Ленинградской области) и др.

Учитывая, что учащаяся молодежь — наиболее активная часть населения, нетрудно представить тот огромный потенциал творческой активности, которым обладают студенты и школьники в настоящее время и который может быть успешно использован в будущем. По мнению оргкомитета, многим будущим ученым конференции должны помочь почувствовать важность и перспективу экологических разработок, ощутить свою причастность к решению проблем региона, дать необходимую уверенность в правильности выбранного пути

Авторы надеются, что участие молодежи в перечисленных выше эколого-образовательных проектах, реализуемых сотрудниками Биологического НИИ Биолого-почвенного факультета (ныне Биологического факультета) СПбГУ, будет способствовать становлению активной жизненной позиции молодых граждан города, а также практическому решению задачи повышения

экологической культуры в обществе, консолидации совместных усилий в экологической деятельности (Рис. 5, 6).



Рис. 5. Г.А. Носков — д.б.н., проф. СПбГУ с участниками конференции, 2012 г.



Рис. 6. Университетская региональная молодежная экологическая конференция «Экологическая школа в Петергофе — наукограде РФ: 2011. Стендовая сессия с участием студентов и старшеклассников.

Литература

- Биомониторинг и охрана живой природы в Северо-Западном регионе. Экологическая школа в Петергофе — наукограде Российской Федерации // Мат-лы V регион. молодежной экол. конф.— СПб.: ВВМ, 2010.— 223 с.
- Биоразнообразие и биоиндикация в естественных и трансформированных экосистемах Северо-Западного региона. Экологическая школа в Петергофе — наукограде Российской Федерации // Мат-лы IV Регион. молодежной экол. конф.— СПб.: ВВМ, 2009.— 243 с.
- Парк «Сергиевка» — комплексный памятник природы — СПб., 2005.— 144 с.
- Проблемы национального сектора Балтийского региона и пути их решения. Экологическая школа в г. Петергофе — Наукограде Российской Федерации // Мат-лы Регион. молодежной научн. конф.— СПб.: Золотое сечение, 2007.— 312 с.
- Проект. Концептуальные подходы к развитию муниципальной системы непрерывного экологического образования в Санкт-Петербурге / Авторский коллектив. Общая редакция С. В. Алексеева. СПб.: Крисмас+.— 1998.— 150 с.
- Рациональное использование природных ресурсов и проблемы сохранения биоразнообразия // Мат-лы X ежегодной молодежной экол. Школы-конф. в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия 2015.— СПб.: Изд-во ВВМ, 2015.— 267 с.
- Рябова В. Н., Барышников М. И., Герасимова О. А., Караваева Т. Н.* Общественное экологическое движение как перспективное направление развития муниципальной системы непрерывного экологического образования в Санкт-Петербурге (на примере муниципального детского экологического проекта МС МО г. Петергоф «Планета Петергоф — шаг в третье тысячелетие») // Мат-лы X научно-практич. конф. «Глобализм и глобалистика: проблемы ноосферы, экологии и молодежи». СПб: СПбГУ, 2003.— с. 150–154.
- Рябова В. Н., Караваева Т. Н.* Возможности использования модельной территории в практике многоуровневого эко-

- логического образования (на примере г. Петродворца) / Ж. Экология и Образование, 2000, № 1–2.— с. 42–45.
- Современные проблемы сохранения биоразнообразия естественных нетрансформированных экосистем // Мат-лы VIII ежегодной Молодежной экол. Школы-конф. в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия: 2013 г.— СПб.: Изд-во ВВМ, 2013.— 368 с.
- Сохранение природной среды и оптимизация ее использования в Балтийском регионе // Мат-лы IX Междунар. экол. Школы-конф. в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия.— СПб.: Изд-во ВВМ, 2014.— 384 с.
- Усадьба «Сергиевка» — территориальный эталон совмещения природного и культурного наследия. II экологическая школа в Петергофе — Научноград Российской Федерации // Мат-лы Регион. молодежной эколого-краеведческой конф.— СПб.: ООП Хим. ф-та СПбГУ, 2008.— 199 с.
- Экологические проблемы урбанизированных территорий Северо-Запада России и пути их решения. Экологическая школа в Петергофе — научнограде Российской Федерации // Мат-лы VI регион. молодежной экол. конф.— СПб.: ВВМ, 2011.— 279 с.
- Экологические проблемы Балтийского региона. Экологическая школа в Петергофе — научнограде РФ // Мат-лы VII регион. молодежной экол. конф.— СПб.: ВВМ, 2012.— 274 с.
- Экология г. Петергофа — научнограда Российской Федерации и сопредельных территорий // Мат-лы Междунар. научно-метод. конф.— СПб.: ВВМ, 2006.— 144 с.

Система ООПТ Санкт-Петербурга и задачи по ее совершенствованию

Г. А. Носков

Санкт-Петербургский государственный университет

g.noskov@mail.ru

Сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Санкт-Петербурга начала формироваться в 1990 году, то есть почти на 15 лет позднее, чем система ООПТ Ленинградский области. Это было обусловлено состоянием общественного природоохранного сознания, которое тогда предполагало мало нецелесообразным и невозможным сохранение естественных природных комплексов в городской среде — ведь город «это место обитания людей», которым хорошо в урбанизированной среде. Биологическому институту в то время пришлось тратить много сил и времени на то, чтобы доказать возможность, целесообразность и необходимость существования городских ООПТ.

Первой ООПТ, организованной в городе был Юнтоловский заказник. Он был создан Решением Президиума Ленгорсовета № 71 от 20.07.1990 г. (Красная книга..., 1999).

Еще в начале XX века крупнейшие ученые того времени — А. П. и В. П. Семеновы-Тян-Шанские, И. П. Бородин, В. Л. Комаров, А. А. Беляницкий-Бируля говорили о необходимости сохранения уникального природного комплекса Лахтинской низменности вблизи северо-западных окраин Санкт-Петербурга. Но потребовалось почти 90 лет для частичной реализации этой идеи.

Следующие 4 ООПТ — Дудергофские высоты, Комаровский берег, Парк Сергиевка и Стрельнинский берег были созданы Решением Санкт-Петербургского Горсовета № 94 от 22.04.92 г.

В 1996 г. усилиями сотрудников Зоологического института РАН совместным Распоряжением губернаторов Ленинградской области и Санкт-Петербурга на стыке Выборгского района области и Курортного района города был создан заказник «Гладышевский». Цель его организации — сохранение мест нереста лососевых рыб и связанных с их нерестилищами мест обитания европейской

жемчужницы. Таким образом, к концу XX века городская сеть ООПТ состояла из 6 ООПТ.

По заданию Правительства Санкт-Петербурга Биологическим НИИ был разработан перспективный план развития городской системы ООПТ, включающий дополнительно организацию еще 21 охраняемой территории. Их создание было включено в Генплан развития Санкт-Петербурга до 2025 года. Реализация этого плана началась лишь в 2009 году и к настоящему времени создано еще 9 ООПТ. Среди них наиболее значимыми могут считаться заказник «Северное побережье Невской губы», созданный вместо предполагаемого «Плавни Лисьего Носа», заказник «Западный Котлин», вместо «Плавни острова Котлин», и заказник «Южное побережье Невской губы», состоящий из 3 участков: «Знаменка», «Собственная дача», «Конштадтская Колония». Все ООПТ, организованные на побережье Невской губы, включают только наземные части, первоначально предложенных к охране участков, в то время как мелководья, примыкающие к ним и образующие плавни, не вошли в состав ООПТ. Таким образом, те основные задачи по сохранению мест массовых миграционных стоянок водоплавающих птиц во время миграций, мест их колониального гнездования, нерестилища промысловых рыб, по существу оказались не выполненными. В то же время именно природные комплексы прибрежных мелководий Невской губы представляют особую ценность для Санкт-Петербурга — морского города, его своеобразную визитную карточку, природа которого имеет неповторимые черты. Невская губа в силу своей мелководности, хорошей прогреваемости и освещенности водной массы обладает высокой биологической продуктивностью, что обеспечивает кормом многочисленных птиц-мигрантов, останавливающихся в ней для пополнения энергетических резервов. То есть это место стоянки весной обеспечивает возможность продолжительного пребывания и накопления энергетических запасов для дальнейшего полета по миграционному пути десяткам тысяч водоплавающих птиц Европейского континента.

Современная система ООПТ города включает 15 ООПТ регионального значения (Красная книга ..., 2004; Ковалев и др., 2012; Атлас ..., 2013) (Рис. 1).

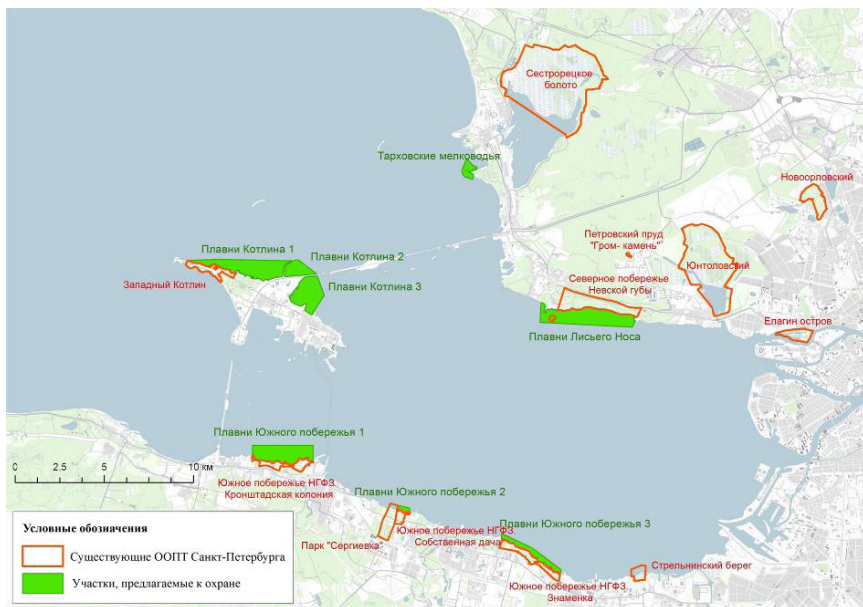


Рис. 1. Существующие ООПТ г. Санкт-Петербурга

Они занимают около 5% городской территории. Контроль за состоянием природных комплексов ООПТ и их охрану осуществляет Дирекция ООПТ, организованная при Администрации города в 2001 г.

Результатом ее деятельности стало появление аншлагов и информационных щитов, установка шлагбаумов для предотвращения заезда транспорта, наконец, на нескольких ООПТ появилась реальная охрана, контролирующая поведение посетителей и предотвращающая негативные воздействия на природные комплексы. Это, несомненно, положительный результат деятельности Дирекции и показатель отношения городской администрации к природоохранным проблемам.

Именно по отношению к городским ООПТ прослеживаются те постепенные изменения, которые происходят в общественном сознании в отношении задач охраны природы. Если в 60-х годах истекшего века мало кто в руководстве города понимал о чем идет речь, когда ставился вопрос об организации ООПТ в условиях

городской среды, то сам факт работы Дирекции ООПТ свидетельствует о существенных изменениях в сознании городского руководства.

В то же время в деятельности городских ООПТ остается ряд нерешенных проблем. Первая из них — проблема акватории Невской губы. Из 15 ныне существующих ООПТ 8 расположены в береговых зонах восточной части Финского залива. При обосновании необходимости их создания одним из основных вопросов было сохранение уникальной стоянки водоплавающих и околоводных птиц в периоды их миграций на Беломорско-Балтийском миграционном пути. Поэтому понятно, что не включение в состав ООПТ водной части предлагаемых объектов не только не решило данную проблему, но и, по существу, ушло от вопросов сохранения естественных природных комплексов основного объекта природы нашего города — Невской губы в целом. Именно поэтому на данном этапе развития нашего мегаполиса, когда идет интенсивная застройка береговой зоны, добыча песка на мелководьях залива, сооружение портовых комплексов, причалов и пирсов для яхт и моторных судов, намывные работы на мелководьях, сама возможность дальнейшего существования уникальной экосистемы Невской губы находится под большим вопросом. Спасение этой экосистемы может быть достигнуто только за счет эффективной охраны достаточно обширных зон акватории от разрушительного хозяйственного воздействия (Afanasyeva et al., 2001; Noskov, 2002; Ковалев, Коткин, 2003; Рымкевич, Коткин, 2005; Рымкевич и др., 2009, 2012; Иовченко, 2012; Носков, Рымкевич, 2012, 2014).

Специального внимания заслуживает вопрос сохранения участков песчаных пляжей на ООПТ «Комаровский берег» и «Гладышевский». Рекреационная нагрузка на них в летние месяцы столь высока, что фактор беспокойства, а также вытаптывание, оказывают разрушительное действие. В результате на ООПТ исчезают из своих традиционных мест гнездования такие индикаторные виды пляжей, как малый зуек и перевозчик, в угнетенном состоянии находятся заросли волоснеца песчаного, попросту исчезает ряд краснокнижных видов растений и беспозвоночных животных.

В целях ограничения рекреационных нагрузок на всю зону песчаных пляжей этих ООПТ, по-видимому, можно использовать опыт Прибалтийских стран. Так, например, в Литве вблизи Паланги между шоссе и дорогой, идущей вдоль побережья, и зоной пляжей установлено ограждение, проходы в котором к берегу имеются лишь в определенных местах. Таким образом, основная масса посетителей пляжей концентрируется именно у этих проходов, в то время как удаленные участки пляжей и прилежащие к ним дюны на большем их протяжении остаются в относительном спокойствии, что и позволяет обитать там зверям и гнездится многим видам птиц.

Старовозрастные лесные насаждения с включениями широколиственных пород на многих городских ООПТ оказываются весьма привлекательными биотопами для ряда видов птиц, включенных в Красные книги (Красная книга ..., 1999; Иовченко, 2003; Красная книга..., 2004). Среди них, прежде всего, заслуживают внимания совы и дятлы. Возможность гнездования сов — серой неясыти, мохноногого и воробьиного сычей — зависит от наличия дупел соответствующих размеров. Их недостаток, возникший в результате активного ухода за парковыми лесами города, целесообразно компенсировать изготовлением и развешиванием гнездовых дуплянок больших размеров. Кроме сов в этих дуплянках в прибрежной зоне Финского залива могут гнездиться гоголь, большой крохаль, луток.

Современный способ ведения лесного хозяйства привел к резкому сокращению численности многих видов дятлов, для которых необходим фаутный древостой, внутри стволов которого они добывают себе корм. Это делает особенно важным сохранение условий для обитания их на ООПТ города, где еще достаточно регулярно встречаются седой, зеленый, белоспинный, малый пестрый и трехпалый дятлы. Эти виды занесены в красные книги и достаточно редки в других частях нашего региона. Обеспечение условий обитания может быть достигнуто путем сохранения сухостоя на большей части площадей ООПТ, за пределами до-рожно-тропиночной сети.

Еще одна проблема системы ООПТ связана с географическим положением Санкт-Петербурга. Располагаясь в южной

части Карельского перешейка город практически полностью перекрывает возможные пути сезонных передвижений многих видов зверей. Известно, что лоси, кабаны, многие виды хищников меняют участки обитания в разные сезоны годы и могут перемещаться на десятки и сотни километров. Во второй половине лета и осенью их передвижения большей частью проходят вдоль берегов залива и Ладожского озера, преимущественно в южном секторе направлений. В результате многие из них оказываются в пригородной зоне или непосредственно в городской черте. Попадая в чужеродную среду они в большинстве своем гибнут под колесами транспорта, попадают в различного рода сооружения, из которых не могут найти выхода или просто погибают от стресса. Это приводит не только к гибели самих животных, многие из которых заслуживают специальной охраны будучи включенными в красные книги, но и вызывает различного рода аварии, например, на линиях электропередачи, провоцируют ДТП с трагичными последствиями для людей и другие несчастные случаи. По мере застройки новых территорий и увеличения урбанизированной зоны такие случаи будут учащаться. Поэтому крайне важно создание в пригородной зоне значительных по площади станций переживания — зон, где животные могут проводить достаточно долгое время и освоившись с относительной близостью людей впоследствии спокойно покинуть эти зоны. В качестве таких зон могут рассматриваться ранее предложенная ООПТ «Левашовский лес», а также «Ржевский лесопарк» (Охтинский лесхоз), частично расположенный в городской черте, частично в области. Создание на его месте ООПТ может быть достигнуто совместным Постановлением городского и областного правительств.

Специального внимания заслуживает вопрос попадания животных в эти зоны переживания, окруженные кольцом шоссейных дорог (Мурманское, Рябовское, Выборгское и др.), скоростных трасс (КАД, СЗД). По-видимому, в Санкт-Петербурге уже давно настало время проектирования и создания переходов под ними, как это делается во многих странах.

Наконец решение актуальных вопросов сбережения ценных природных комплексов на ООПТ в современных условиях стано-

вится практически невозможным без мониторинга их состояния (Ковалев и др., 2012). Поэтому создание постоянно действующей службы контроля за наличием, распределением и сохранностью тех или иных объектов в данный сезон на том или ином участке ООПТ становится обязательной формой деятельности. Такая деятельность должна включать своевременные рекомендации на запрет на рыбной ловли, посещение того или иного участка прибрежных мелководий, болота или леса, в случае, если, например, в данном сезоне образовалась гнездовая колония малой чайки, малой крачки, выявлена попытка гнездования лебедя-шипуна, в том или ином участке лесного массива появилась пара белоспанных дятлов, что, по существу, требует приостановки всех видов ухода за лесом, и т. д. Специального постоянного контроля требует состояние реки Гладышевка как одного из последних мест обитания пресноводной жемчужницы. Решение перечисленных и других проблем контроля состояния природных комплексов ООПТ создаст возможность их эффективного функционирования в условиях нашего мегаполиса.

Литература

- Атлас особо охраняемых территорий Санкт-Петербурга / Отв. ред. В. Н. Храмцов, Т. В. Ковалева, Н. Ю. Нацваладзе. СПб.: Марафон, 2013. 175 с.
- Иовченко Н. П.* Фауна наземных позвоночных проектируемого комплексного заказника «Плавни Лисьего Носа» и проблемы сохранения её биоразнообразия // Проблемы и перспективы развития особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга. СПб., 2003. С. 56–62.
- Иовченко Н. П.* Значение водно-болотных угодий Санкт-Петербурга для сохранения популяций некоторых редких видов птиц, обитающих на границе ареала // Экология, эволюция и систематика животных. Матер. Междунар. научно-практ. конф., 13–16 ноября 2012 г., Рязань, Россия. Рязань: НП «Голос губернии», 2012. С. 260–263.
- Ковалёв Д. Н., Носков Г. А., Носкова М. Г., Попов И. Ю., Рымкевич Т. А.* Концепция формирования региональ-

- ных систем особо охраняемых природных территорий (на примере Санкт-Петербурга и Ленинградской области). Часть I. Экологические аспекты // Биосфера, 2012. Т. 4, № 2. С. 393—428.
- Красная книга природы Ленинградской области, Т. 1. Особо охраняемые природные территории / Отв. ред. Г. А. Носков, М. С. Боч. СПб.: Акционер и К°, 1999. 352 с.
- Красная книга природы Санкт-Петербурга. / Отв. ред. Г. А. Носков. СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. 416 с.
- Носков Г. А., Рымкевич Т. А.* Население птиц как индикатор состояния природных комплексов восточной части Финского залива // Материалы VII региональной молодежной экологической конференции «Экологическая школа в Петергофе — наукограде Российской Федерации»: 2012 г. «Экологические проблемы Балтийского региона». СПб: ВВМ, 2012. С. 69—75.
- Носков Г. А., Т. А. Рымкевич Т. А.* Восток Финского залива Балтийского моря в миграционных системах птиц Европы // Сохранение природной среды и оптимизация ее использования в Балтийском регионе. Материалы IX Международной экологической Школы-конференции в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия. Санкт-Петербург, Ст. Петергоф, 27—28 ноября 2014 г. СПб: Изд-во ВВМ, 2014. С. 87—93.
- Рымкевич Т. А., Коткин А. С.* О необходимости создания водно-болотного угодья международного значения в Невской губе Финского залива (СПбГУ) // Экология Санкт-Петербурга и его окрестностей. Матер. науч. конф. СПб. 2005. С. 20—23.
- Рымкевич Т. А., Рычкова А. Л., Антипин М. А., Коткин А. С.* Весенние миграционные стоянки птиц в Невской губе Финского залива // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений на Северо-Западе России. Вып. 6. СПб: Тускарора, 2009. С. 6—26.
- Рымкевич Т. А., Носков Г. А., Коузов С. А., Уфимцева А. А., Зайнагутдинова Э. М., Стариков С. А., Рычкова А. Л., Иовченко Н. П.* Результаты синхронных учетов мигрирующих птиц в Невской губе и на прилегающих акваториях весной 2012 г. // Изучение динамики популяций мигриру-

- ющих птиц и тенденции их изменений на С-З России. В.9. 2012. СПб: Гускарора, С. 68–79.
- Afanasyeva G. A., Noskov G. A., Rymkevich T. A., Smirnov Ye. N.* Bird migration in the north of the Neva Bay of the Gulf of Finland in the spring of 1999 // Study of the Status and Trends of Migratory Bird Populations in Russia. Iss. 3. 2001. St Petersburg, P. 92–102.
- Noskov G. A.* 2002. The main results of bird migration studies in the North-West Region of Russia // Study of the Status and Trends of migratory Bird Populations in Russia. Iss. 4. 2002. St Petersburg: World & Family. P. 62–78.

Невская губа Финского залива и окрестности Петербурга в миграционных системах птиц Европы

Г. А. Носков, Т. А. Рымкевич

Санкт-Петербургский государственный университет

g.noskov@mail.ru

Восточная часть Финского залива, включая его Невскую губу с прилежащими пригородами Санкт-Петербурга, всей Невской низменностью и южной частью Карельского перешейка, является зоной сосредоточения мигрирующих птиц в сезоны весенних и осенних миграций, а также скоплений неполовозрелых, молодых и закончивших размножение взрослых особей в летние месяцы. Этому способствуют многие ландшафтные, климатические и биотопические условия данной местности (Носков и др., 1965; Noskov, 1997, 2002; Носков, Рымкевич, 2011).

Прежде всего, следует отметить, что регион расположен на крайнем востоке Балтийского моря — главной магистрали передвижений птиц на европейском субконтиненте. Это делает его промежуточным звеном между Балтикой в одной стороны, и Ладожским и Онежским озерами, с другой. Кроме того Финский залив — это один из наиболее мелководных участков Балтики, а значит весьма привлекательный для большинства видов водоплавающих и околоводных птиц. Климатические условия местности вокруг Финского залива, испытывающие влияние Атлантики, оказываются более благоприятными по сравнению с районами, расположенными восточнее. Так, например, в Невской губе весной освобождение ото льда и стаивание снега в прибрежной зоне происходит на 10–14 дней раньше, чем в Приладожье или в Прионежье. Еще более заметные различия во времени наблюдаются при установлении устойчивого ледового покрова на акватории Финского залива и акваториях Приладожья и Прионежья — они составляют до месяца и более (Noskov, 1997, 2002; Носков, Рымкевич, 2011).

Природные комплексы, как акватории залива, так и его береговых зон, обладая высокой биологической продуктивностью

и биотопическим разнообразием, благоприятны для продолжительных миграционных стоянок, во время которых птицы накапливают энергетические резервы для миграционных передвижений. Многие участки прибрежных акваторий имеют обширные заросли макрофитов, обеспечивающие прекрасные защитные и кормовые условия водоплавающим птицам. Лесные массивы на берегах водоема включают черноольшатники, обеспечивающие семенами многие виды вьюрковых и других семяядных лесных птиц в ранневесенний и зимний периоды. Важно отметить, что эта древесная порода находится здесь вблизи северного предела своего распространения и далее на северо-восток становится весьма редкой. На побережьях Невской губы в парковой зоне Санкт-Петербурга и участках южного берега к западу от нее распространены фрагменты широколиственных лесов с древостоем из дуба, ясеня, липы, клена. Обладая высоким уровнем биоразнообразия, они обеспечивают мигрантов обилием самых различных кормов. Эти кормовые ресурсы используют птицы, как в периоды линьки и миграций, так и в период зимовки. Перечисленные качества природных комплексов Финского залива и его окрестностей создают условия для концентрации самым разным видам мигрантов в разные периоды их годового цикла (Корелякова, 1997; Afanasyeva et al., 2001; Рымкевич и др., 2012; Иовченко, 2012).

Как место отдыха и кормежки мигрантов на Беломорско-Балтийском пролетном пути восточная оконечность Финского залива имеет стратегическое значение. В сезон весенних миграций во многих частях ее акватории образуются массовые стоянки водоплавающих птиц. Наиболее крупные из них формируются в Невской губе, а также к западу от острова Котлин, на Лондонской отмели (Рымкевич и др., 2009, 2012; Носков и др., 2014; Михайлов и др., 2015; Уфимцева, 2015).

На участках мониторинга (Плавни Лисьего Носа, Тарховские мелководья, Плавни Котлина, Плавни Южного побережья 1, или Кронштадтская Колония) во время весенних миграционных остановок общая численность водоплавающих и околоводных птиц (69 видов), составляет около 0,5 млн. особей. Еще такое же количество особей обитает здесь в летне-осенний период (гнез-

дование, линия, осенние миграционные стоянки). На остальных участках мелководий Невской губы также обитает еще порядка 300–400 тыс. особей как в весенний период, так и в летне-осеннее время. Наиболее уязвимыми группами видов являются лебеди, речные утки и кулики, которые в разных пропорциях представлены на разных участках (Таблица). Поэтому для сохранения миграционной стоянки в Невской губе необходимо включение в их состав акваторий, прилежащих к существующим ООПТ (Рис. 1).

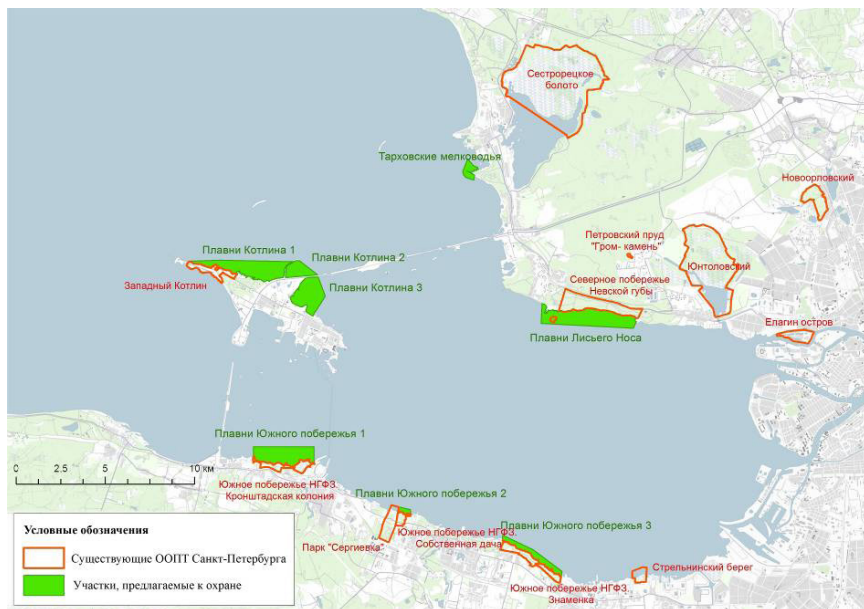


Рис. 1. Основные места скопления мигрирующих водоплавающих и околоводных птиц, которые необходимо включить в состав ООПТ.

Вдоль побережий залива весной наблюдаются передвижения сухопутных мигрантов в восточном и северо-восточном направлениях. Расположенный на крайнем северо-востоке Финского залива Санкт-Петербург следующие вдоль северного берега мигранты облетают преимущественно с северной стороны. Часть птиц, перемещаясь вдоль южного берега залива, облетает урбанизированные районы мегаполиса с юга, часть движется вдоль береговой линии по западным окраинам города (через природные комплексы

Таблица

Численность водоплавающих и околоводных птиц на 4 участках Невской губы во время весенних миграционных стоянок по результатам мониторинга 1999–2015 гг.

Участок	Количество, ос	Количество, %							
		Чомга	Лебеди	Речные утки	Нырковые утки	Лысуха	Кулики	Чайки-крачки	Проч.
Плавни Лисьего Носа	117000–123000	5–6	1–2	15–24	15–34	3–6	1–2	27–58	0,1–0,2
Плавни Котлина	113000–150000	4–11	0,5–1	9–10	21–36	23–24	0,5–1	16–41	0,1–3
Кронштадская Колония	110000–175000	2–5	0,1–1	3–7	10–15	4–7	0,1–1	69–75	0,1–0,2
Тарховские мелководья	24000–25000	7–15	0,1–3,5	9–16	9–23	0,3–5	2–4	41–65	0,1–0,2
Всего:	364000–473000	5,3	0,8	11,1	21,6	11,1	1,2	48,5	0,4

Юнтоловского заказника) и его парк улетает в северо-восточной направлении. Наконец, некоторые сухопутные мигранты с появлением дамбы стали перелетать Финский залив с южного берега на северный, придерживаясь этой «направляющей линии».

Следует отметить, что в начале весеннего миграционного сезона, когда акватория залива покрыта льдом, через него широким фронтом идет миграция на север многих видов, связанных своей экологией с открытыми стациями. Так летят жаворонки, грачи, чибисы, белые трясогузки, луговые коньки и другие птицы.

Уже в конце весны (конец мая) и в летние месяцы у побережий Невской губы и на ее акватории происходит формирование массовых скоплений неполовозрелых особей младших возрастных групп тех видов, которые приступают к размножению лишь на 2–4-м годах жизни. Среди них наиболее многочисленными бывают чайки (серебристая, сизая, озерная), хохлатая чернеть, гоголь, а также холостые или потерявшие кладки особи речных уток (кряква, свиязь, чирок-свиистунок). На прибрежных территориях и внутри города формируются скопления врановых (серая ворона, галка, грач) и скворцов.

Их образованию во многом способствует наличие в прибрежной зоне дополнительных обильных источников пищи антропогенного происхождения в пригородах Санкт-Петербурга, на дачных участках, свалках бытового мусора, очистных сооружениях и в других подобного рода местах возможного добывания корма.

В середине лета по окончании сезона размножения численность особей в таких скоплениях резко возрастает за счет присоединения к ним молодых и взрослых особей, перераспределяющихся в результате послебрачных и ювенальных миграций. Так возвраты окольцованных птиц показывают, что на востоке Финского залива и в его Невской губе скапливаются молодые и закончившие размножение взрослые чайки из Финляндии, Латвии, Швеции (Резвый и др., 1995, Рис. 2).

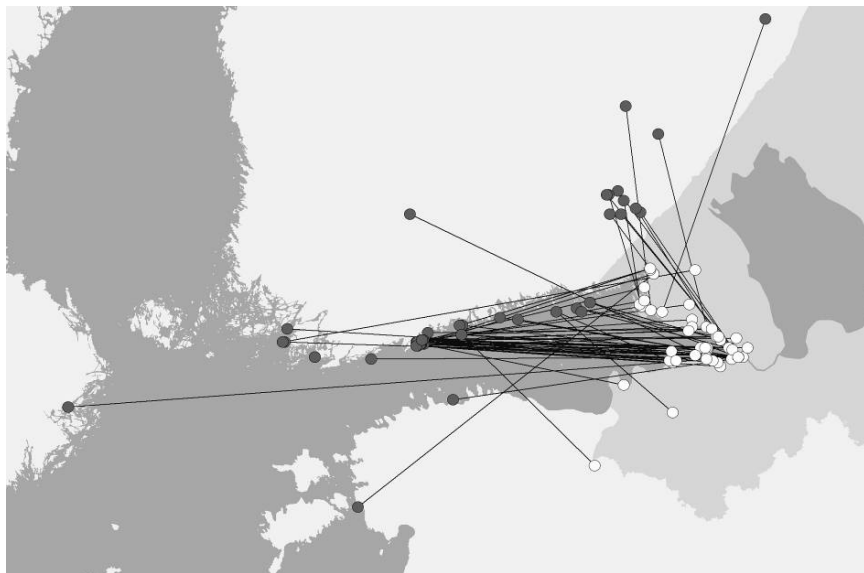


Рис. 2. Места кольцевания молодых серебристых чаек (темные точки) в Финляндии, Швеции, Латвии и Эстонии и места их находок в тот же летне-осенний сезон (светлые точки) в Санкт-Петербургском регионе.

Тысячные скопления скворцов и ласточек формируют массовые ночевки в тростниковых зарослях. Прилетают и остаются до отлета на зимовку многие виды речных уток (кряква,

серая, чирок-свистунок), хохлатая чернеть, гоголь, лысуха. На прибрежных песчаных и каменистых пляжах и грязевых отмелях оседают на длительных остановках пролетные кулики (песочники, улиты, перевозчики и др.). Такие концентрации птиц продолжают отмечаться до поздней осени. Результаты кольцевания показывают, что в сезон летне-осенних передвижений акватория восточной части Финского залива и ее окрестности используются представителями самых разных видов с огромной площади Северной Европы: Восточной Фенноскандии, Карелии, Прибеломорья, Архангельской области и республики Коми.

В сезон осенних миграций на побережьях Финского залива формируются потоки сухопутных мигрантов. Наиболее интенсивная миграция с середины августа наблюдается на северном берегу, на участке от Приморска до Санкт-Петербурга. Среди мигрантов преобладают воробьиные птицы и голуби. Наиболее массовыми из них бывают вьюрковые (зяблики, чижи, чечетки, снегири), трясогузковые, дроздовые, славковые птицы. В первый период полета (август-сентябрь) здесь доминирует западное направление передвижений, в то время как в конце сентября — в октябре вдоль северного побережья большинство мигрантов летит в восточном направлении и погибает Финский залив в пределах Санкт-Петербурга. Такое направление передвижений, прежде всего, характерно для синиц, чечеток, снегирей, синиц, свиристелей, белых трясогузок (Рис. 3).

Известно, что представители многих видов мигрантов, гнездящихся в Северной Евразии, в разных ее частях имеют разнонаправленные миграционные пути к зимовкам. Обитатели западных частей ареалов используют главным образом западный и юго-западный спектр направлений, в то время как с продвижением на восток большинство видов и популяций начинают использовать южное и юго-восточное направление (обзоры Zink, Bairlain, 1995; Newton, 2010). Это разделение возникает примерно с 30° в.д., то есть в зоне, в которую попадает описываемая нами территория. В этом плане интересно рассмотреть расположение мест зимовок птиц, мигрирующих через нее.

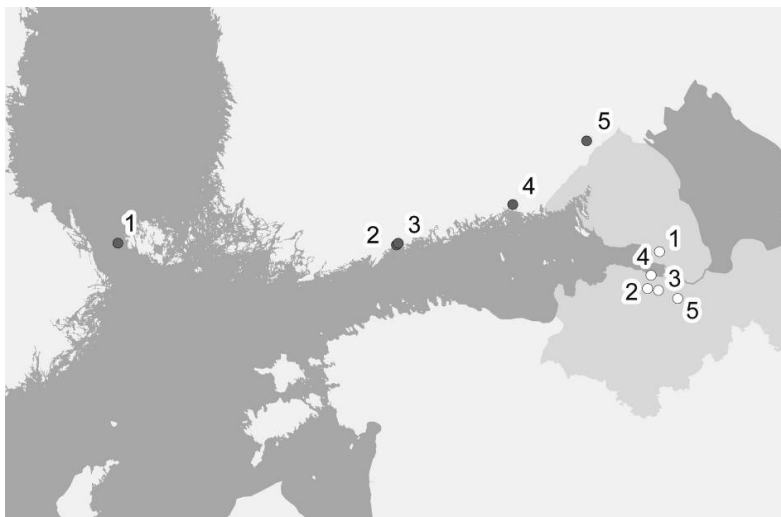


Рис. 3. Места кольцевания снегирей (темные точки) в Финляндии и места их находок в тот же летне-осенний сезон (светлые точки) в Санкт-Петербургском регионе.



Рис. 4. Распределение во время зимовки скворцов, встреченных в окрестностях Невской губы в другие периоды годового цикла.

Среди мигрантов преобладают виды, придерживающиеся так называемого Беломорско-Балтийского миграционного пути. К их числу должны быть отнесены многие водоплавающие птицы, а также значительное число сухопутных мигрантов. Основные зимовки водоплавающих птиц этой группы расположены в двух зонах. Одна из них охватывает самые западные участки акватории Балтийского моря, прилегающую к ним акваторию Северного моря, прибрежные зоны Дании, Голландии, Бельгии, запада Германии, юга Швеции. Здесь проводят зимние месяцы большинство морских и нырковых уток (синьга, турпан, морянка, морская чернеть), кряква, а также малый лебедь, лебедь-кликун, гуси (гуменник, белолобый), черная и белошекая казарки. Из сухопутных мигрантов — это основная зона зимовки скворцов, чибисов, больших кроншнепов, которые проводят зимний отрезок годового цикла в основном на сельхозугодьях этих стран.

Другая зона зимовки мигрантов, следующих Беломорско-Балтийским путем через Финский залив, расположена в Западном Средиземноморье. Она охватывает прибрежные части акватории этого моря, а также территории Франции, Италии, Испании. Из водоплавающих птиц здесь в массе зимуют чирок-свистунок, хохлатая чернеть, лысуха, широконоса. Из сухопутных мигрантов регулярно проводят зимние месяцы ястреба-перепелятники, вяхири, вальдшнепы, бекасы, многие виды воробьиных птиц — дрозды (рябинники, певчие, белобровики, черные), зарянка, камышевая овсянка, зяблик. В горных лесах юга Западной Европы часто зимуют корольки, чижи.

Другая группа птиц через западное Средиземноморье продолжает осенью передвижения к югу по Африканскому континенту. Их зоны зимовок расположены в основном в Западной Африке несколько севернее экватора. К числу таких птиц следует отнести крачек, серую мухоловку, мухоловку—пеструшку, горихвостку, лугового чекана, садовую славку.

Часть мигрантов, регулярно использующих во время передвижений зону Финского залива, имеет зимовки в восточном Средиземноморье и Причерноморье. Среди таковых, прежде всего, следует отметить гагар и поганок, которые покинув сто-

янки в восточной Прибалтике, летят преимущественно в южном направлении. Сходные районы зимовок, по-видимому, используют и некоторые хищные птицы (обыкновенный канюк, осоед), а также некоторые воробьиные — белая трясогузка, пеночка-теньковка, щегол и др. Значительная часть видов, придерживающихся этого направления, имеет более дальние миграционные пути. Они пересекают Средиземноморье и продолжают передвижения на юг по Африканскому континенту вдоль долины Нила и побережья Красного моря. Достигнув экваториальной зоны, они проводят там зимние месяцы. К таким видам следует отнести серую славку, славку-завирушку, пеночку-весничку, болотную камышевку, сорокопута-жулана, а также ласточек (деревенская, береговушка, городская). При этом деревенские ласточки могут достигать юга Африканского континента.

Наконец, некоторые виды из зон скоплений на Финском заливе улетают в восточном и юго-восточном направлении. Наиболее массовыми представителями этой группы мигрантов являются чечевица и садовая камышевка, зимовки которых расположены в южной половине Азии вплоть до Индии и Цейлона. Кроме них в Юго-Восточную Азию на зимний период улетает малая мухоловка, зеленая пеночка, и почти исчезнувший в последние годы дубровник. В Восточном Причерноморье. На Каспии расположены основные зоны зимовок чайки-клуши.

Таким образом, птицы, использующие Финский залив в периоды предбрачных, послебрачных и послегнездовых миграций имеют огромные по площади зоны пребывания в зимние месяцы, расположенные в разных частях Палеарктики, Африки и Юго-Восточной Азии. Помимо зимовок в окрестностях самого Финского залива и прилежащих территорий можно выделить следующие основные обширные зоны пребывания мигрантов в зимние месяцы: 1) западная акватория Балтики в районе Датских проливов с прилегающей частью Северного моря и прибрежные части Голландии, Бельгии, Дании, южной Швеции и западной Германии; 2) западное Средиземноморье с прибрежными территориями Франции, Испании, Италии; 3) экваториальная зона Западной Африки и примыкающая к ней акватория Атлантики; 4) восточное Средиземноморье и Причерноморье; 5) долина реки

Нил, западное побережье Красного моря и экваториальная зона восточной Африки; 6) Юго-восточная Азия.

В сезон весенних миграций во многих частях акваторий Финского залива образуются массовые стоянки водоплавающие птиц. Наиболее крупные из них формируются в Невской губе, а также к западу от острова Котлин, на Лондонской отмели, на отмелях вокруг Кургальского полуострова, на мелководьях островов Сескар и Мощный.

Литература

Иовченко Н. П. Значение водно-болотных угодий Санкт-Петербурга для сохранения популяций некоторых редких видов птиц, обитающих на границе ареала // Экология, эволюция и систематика животных. Матер. Междунар. научно-практ. конф., 13–16 ноября 2012 г., Рязань, Россия. Рязань: НП «Голос губернии», 2012. С. 260–263.

Корелякова И. Л. Высшая водная растительность восточной части Финского залива. СПб., 1997. 158 с.

Михайлов Ю. М., Демьянец С. С., Гордиенко А. С., Рымкевич Т. А. Весенние миграционные стоянки водоплавающих и околоводных птиц в Невской губе Финского залива в 2015 г. // Матер. X ежегод. Молодежной экологической Школы-конференции в усадьбе «Сергеевка» — памятнике природы и культурного наследия 2015 г. «Рациональное использование природных ресурсов и проблемы сохранения биоразнообразия» Санкт-Петербург, Старый Петергоф, 2015. СПб. 2015. С. 172–177.

Носков Г. А., Рымкевич Т. А., Коузов С. А. Весенние стоянки водоплавающих и околоводных птиц в Невской губе // Динамика популяций охотничьих животных Северной Европы: Тезисы докладов VI Международного симпозиума (31 марта — 4 апреля 2014 г., п. Киркколахти, Республика Карелия, Россия). Петрозаводск, 2014. С. 147–148.

Носков Г. А., Гагинская Е. Р., Каменев В. М., Хааре А. О., Большаков К. В. 1965. Миграции птиц в восточной части Финского залива // Сообщ. Прибалт. комис. по изучению

- миграции птиц. № 3. Тарту. С. 3—27.
- Носков Г. А., Рымкевич Т. А.* Роль прибрежной зоны Невской губы как места обитания птиц // Экологические проблемы урбанизированных территорий Северо-Запада России и пути их решения / Экологическая школа в Петергофе — наукограде Российской Федерации. Материалы VI региональной молодежной экологической конференции. СПб: ВВМ, 2011. С. 45—53.
- Носков Г. А., Рымкевич Т. А., Коузов С. А.* Весенние стоянки водоплавающих и околоводных птиц в Невской губе // Динамика популяций охотничьих животных Северной Европы: Тезисы докладов VI Международного симпозиума (31 марта — 4 апреля 2014 г., п. Киркколахти, Республика Карелия, Россия). Петрозаводск, 2014. С. 147—148.
- Резвый С. П., Носков Г. А., Гагинская А. Р.* и др. 1995. Атлас миграций птиц Ленинградской области по данным кольцевания / Под ред. Г. А. Носкова, С. П. Резвого. СПб. 232 с. (Тр. СПбОЕ; Т. 85, вып. 4).
- Рымкевич Т. А., Рычкова А. Л., Антипин М. А., Коткин А. С.* Весенние миграционные стоянки птиц в Невской губе Финского залива // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений на Северо-Западе России. Вып. 6. СПб: Тускарора, 2009. С. 6—26.
- Рымкевич Т. А., Носков Г. А., Коузов С. А., Уфимцева А. А., Зайнагутдинова Э. М., Стариков Д. А., Рычкова А. Л., Иовченко Н. П.* Результаты синхронных учетов мигрирующих птиц в Невской губе и на прилежащих акваториях весной 2012 года // Изучение динамики популяций мигрирующих птиц и тенденций их изменений на Северо-Западе России. Вып. 9. СПб.: Тускарора, 2012. С. 70—86.
- Уфимцева А. А.* Весенняя миграционная стоянка птиц на южном берегу Невской губы (участок «Кронштадская колония») в свете создания охраняемой природной территории // Вестник РУДНб серия Экология и безопасность жизнедеятельности, 2015. № 14. С. 46—53.
- Afanasyeva G. A., Noskov G. A., Rymkevich T. A., Smirnov Ye. N.* Bird

- migration in the north of the Neva Bay of the Gulf of Finland in the spring of 1999 // Study of the Status and Trends of Migratory Bird Populations in Russia. Iss. 3. St. Petersburg: World & Family, 2001. P. 92–102.
- Newton I.* Bird Migration. London: Collins, 2010. 596 p.
- Noskov G. A.* Migrations of waterfowl and shorebirds in the North-Western Region of Russia and tasks of their study // Proc. of the First Seminar on the Topic: «Study of the Status and Trends of migratory Bird Populations in Russia». 1997. Moscow; St Petersburg. P. 12–20.
- Noskov G. A.* The main results of bird migration studies in the North-West Region of Russia // Study of the Status and Trends of migratory Bird Populations in Russia. 4th issue. 2002. St Petersburg. P. 62–78.
- Zink, G., Bairlein F.* 1995. Der Zug Europäischer Singvögel. AULA-Verlag, Wiesbaden.

Мониторинг формирования орнитофауны и состояний редких видов птиц на комплексе защитных сооружений г. Санкт-Петербурга

(Предварительные результаты 2012–2016 гг.)

Н. П. Иовченко

Санкт-Петербургский государственный университет

natalia.iovchenko@gmail.com

Птицы начали использовать комплекс защитных сооружений г. Санкт-Петербурга в разные годы еще на стадии его строительства, когда оно было приостановлено (Коузов, 1993; Рычкова, 2003, 2006). Тогда на нем были обнаружены поливидовые колонии и многие редкие виды, в том числе такие, которые нигде больше не гнездились в городе или даже в Ленинградской области. После возобновления строительства эти местообитания исчезли. Галстучник *Charadrius hiaticula* вместе с мородункой *Xenus cinereus*, малой *Sterna albifrons* и полярной крачкой *Sterna paradisaea* рассматривались как наиболее уязвимые виды из-за ограниченных площадей их естественных биотопов (песчаных и галечных пляжей) и огромной рекреационной нагрузки, которая практически исключает возможность успешного гнездования в таких местах (Иовченко, 2008а). Отмечалось, что благополучие гнездящихся популяций этих видов в Санкт-Петербурге во многом зависит от того, смогут ли они адаптироваться к существованию на искусственных сооружениях после завершения строительства и начала движения транспорта.

После восстановления строительных работ и их завершения исследования на самом сооружении не проводились. В 2012 г. на двух дамбах КЗС были обнаружены и описаны крупные колонии, в которых, кроме средообразующего вида — озерной чайки *Larus ridibundus*, гнездились 7 редких видов куликов, крачек и уток, включенных в Красные книги разного ранга, в том числе малая крачка — вид, занесенный в Красную книгу Российской Федерации (Иовченко, 2012а, 2013).

Комплекс защитных сооружений г. Санкт-Петербурга (КЗС) — уникальный объект по своей структуре и размерам. Его общая протяженность — 25,4 км, в том числе 22,2 км по акватории. КЗС включает 11 дамб, 6 водопропускных сооружений, 2 судоходных канала к 2 судопропускным сооружениям, шестиполосную автомагистраль по гребню дамб с 7 мостами и 3 транспортными развязками, а также транспортный тоннель. Сооружение отделяет Невскую губу от остальной акватории Финского залива, будучи частью города с пятимиллионным населением.

Основу защитных сооружений составляют каменно-земляные дамбы общей протяженностью 23,4 км. Тело каждой из дамб имеет форму трапеции. Ядро дамбы — песчаный грунт и моренный суглинок. Боковые откосы укреплены щебнем и скальными породами, что позволяет выдерживать натиск воды и препятствует размыванию насыпи. Ширина дамб в акватории достигает 80 м, высота насыпей — 6,5 м над уровнем моря. Сторону дамб, обращенную к Петербургу, принято называть Невской, а выходящую к заливу — Финской. Финская сторона, принимающая основной удар нагонной волны, укреплена более мощно.

Уникальность КЗС, не имеющего аналогов, его расположение в вершине Финского залива на трассе Беломоро-Балтийского пролетного пути и в границах пятимиллионного мегаполиса создает большие возможности для выявления закономерностей динамики состояния биоразнообразия под влиянием естественных и антропогенных факторов.

В 2012–2016 гг. исследования проводились по нескольким направлениям. В данном сообщении представлены результаты по двум из них: 1) мониторинг формирования биоразнообразия птиц на КЗС и 2) мониторинг состояния редких видов птиц в двух постоянно контролируемых гнездовых колониях ржанкообразных на дамбах Д-2 и Д-7, а в 2015 и 2016 гг. также на трех других дамбах, где в 2015 г. были обнаружены колонии.

Мониторинг формирования орнитофауны

Основными задачами исследований по первому направлению было 1) выявление современного видового состава птиц, встречающихся на КЗС, и его динамики; 2) оценка численности

и пространственного распределения. В 2012–2014 гг. осуществлялись мониторинговые исследования двух колоний на Д-2 и Д-7 и частичное обследование некоторых других участков. В 2015 г. биоразнообразие птиц изучалось на всем протяжении КЗС. По результатам исследований 2012–2016 гг. составлен аннотированный список видов, зарегистрированных на дамбах и других объектах КЗС с указанием их статуса (гнездящийся, пролетный, использующий сооружения для миграционных стоянок и т. д.), характера пребывания в регионе (регулярно встречающийся, расселяющийся, регулярный мигрант, залетный вид и т. д.), общего состояния вида в регионе (средообразующий, увеличивающий численность, обычный, сокращающий численность, редкий), а также значимости КЗС для поддержания численности вида в Санкт-Петербурге, а для определенных видов — и в Балтийском регионе и на Северо-Западе России.

Непосредственно на КЗС (без учета прилегающей акватории) зарегистрировано 43 вида. Подавляющее большинство гнездящихся птиц встречаются на внешней (Финской) стороне КЗС. Ядро гнездовой фауны составляют представители ржанкообразных и утиных. Крупные колонии обнаружены на 5 из 11 дамб. Видовой состав и количественное соотношение видов на разных участках отличаются и зависят от двух основных факторов: 1) структуры, строительного материала и развития растительности; 2) уровня рекреационной нагрузки. Фактор беспокойства в значительной степени определяется степенью доступности конкретных дамб для посетителей. Шум от интенсивного движения по скоростной автомагистрали не влияет на размещение колоний и освоение дамб для гнездования другими видами. Среди гнездящихся воробьиных птиц фоновыми являются белая трясогузка *Motacilla alba* и обыкновенная каменка *Oenanthe oenanthe*, на отдельных участках также береговушка *Riparia riparia*. В районе дорожных развязок, особенно у южного берега размножается полевой жаворонок *Alauda arvensis*, обычна или многочисленна желтая трясогузка *M. flava*. По мере развития растительности последний вид начинает также проникать на некоторые участки дамб. В частности, впервые гнездование одной пары было установлено на Д-7 в 2013 г., к 2015 г. местное население составило уже 10 пар.

КЗС в целом и особенно его дамбы имеют большое значение для разных экологических групп во все периоды миграций. Именно над ним концентрируется поток сухопутных мигрантов при пересечении Финского залива. Некоторые виды используют дамбы в качестве мест отдыха и кормежки. Это, в первую очередь белая трясогузка, обыкновенная каменка, желтая трясогузка, обыкновенный скворец *Sturnus vulgaris*, обыкновенная зеленушка *Chloris chloris*, деревенская ласточка *Hirundo rustica* и береговушка, а также многие другие виды воробьиных птиц. Их привлекает здесь не только возможность более безопасного пересечения водного пространства и быстрого достижения противоположного берега, но и возможность кормежки, благодаря обилию насекомых и семян сорных растений. Чайки и крачки часто используют дамбы в качестве мест отдыха во время миграций, образуя крупные скопления на каменных глыбах у воды.

В период с 2012 по 2014 гг. численность средообразующих видов в двух контролируемых колониях постоянно увеличивалась. В 2015 г. основу колоний на двух дамбах (Д-2 и Д-3) составляли озерные чайки, в то время как на Д-7 численность этого вида резко сократилась (с 1000 гнезд в 2014 до 3!), но увеличилась численность малой чайки *Larus minutus*, которая была также основным видом и на Д-9 и Д-10. Увеличилась в целом и численность речной крачки *Sterna hirundo*. За время мониторинга на постоянно контролируемых дамбах начали гнездиться 2 новых вида чаек (сизая *Larus canus* и серебристая *Larus argentatus*).

Уникальность конструкции КЗС и его огромная протяженность создают предпосылки для формирования своеобразной орнитофауны. Его расположение в вершине Финского залива на трассе Беломоро-Балтийского пролетного пути позволяет предполагать возможность появления во время миграций и на гнездовании неожиданных видов.

Мониторинг состояния редких видов птиц

Среди гнездящихся видов достаточно много редких, занесенных в Красные списки разного ранга (таблица).

Таблица.

Численность и охранный статус редких видов, гнездящихся на дамбах КЭС, в Красных списках разного ранга (* — по данным мониторинга 2012–2014 гг. в двух постоянно контролируемых колониях, ** — на других участках КЭС)

Вид	Численность (пары)	Категории вида в Красных списках					
		Перечень СПБ, 2014	Список ЛО, 2005	ККРФ, 2001	HELCOM, 2013	European Red List of Birds, 2015	
						Европа	ЕС (27)
<i>Anas strepera</i>	20–25*	NT (4)	3 (LC)			LC	LC
<i>Aythya fuligula</i>	50–65*				NT	LC	LC
<i>Mergus serrator</i>	5–10*					NT	VU
<i>Charadrius hiaticula</i>	12–18*	VU (3)	3 (VU)		NT	LC	LC
<i>Charadrius dubius</i>	4–5**	NT (4)			NT	LC	LC
<i>Vanellus vanellus</i>	3–5**					VU	VU
<i>Haematopus ostralegus</i>	0–(1)*		3 (NT)			VU	VU
<i>Tringa totanus</i>	8–11*	VU (3)			NT	LC	VU
<i>Xenus cinereus</i>	4–11*	VU (3)	4 (DD)		EN	LC	CR
<i>Actitis hypoleucos</i>	3–4**				NT	LC	NT
<i>Larus minimus</i>	120–500					NT	LC
<i>Larus argentatus</i>	0–3* 5–10**					NT	VU
<i>Sterna paradisaea</i>	350–400*	NT (4)	3 (LC)			LC	LC
<i>Sterna albifrons</i>	38–55*	EN (2)	2 (EN)	2		LC	LC
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Обычна**				NT	LC	LC

Обозначения:

Перечень СПБ, 2014 — Перечень объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Санкт-Петербурга. Приложение к Распоряжению Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 21 июля 2014 года N94-р.

Список ЛО, 2005 — Список животных, рекомендуемых к занесению в Красную книгу природы Ленинградской области. Утвержден Приказом комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды Ленинградской области от 25.02.2005 N12 (приложение 2).

ККРФ, 2001 — Красная книга Российской Федерации (животные). М. 2001. 864 с.

HELCOM..., 2013 — HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. 2013. Balt. Sea Environ. Proc. No.140. 106 p.

European Red List of Birds, 2015 — BirdLife International. European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2015. 67 p. Категории представлены отдельно для Европы в целом — Европа и 27 стран Европейского Союза — ЕС (27).

Категории: CR (Critically Endangered) — вид на грани исчезновения; EN (Endangered) — исчезающий вид; VU (Vulnerable) — уязвимый вид; NT (Near Threatened) — потенциально уязвимый вид; 3 (LC) — требующие внимания; 4 (DD) — недостаточно изученные; 2 — вид, сокращающийся в численности; в European Red List of Birds, 2015 категория LC — виды, вызывающие наименьшие опасения.

Серая утка *Anas strepera*. Отдельные встречи и даже факт гнездования серой утки в пределах современного Северо-Западного региона России отмечены уже в конце XIX в. В течение XX в. наблюдалось несколько попыток освоения этой территории. Этап массового расселения в Ленинградской области наблюдается с начала 1990-х годов (Иовченко, 2014а, б). В Санкт-Петербурге серая утка начала гнездиться с 1999 г. на Финском заливе (Рычкова, 2004; Иовченко, 2008б, 2009; Коузов, Кравчук, 2010), а затем быстро освоила и внутренние водоемы в разных районах города (Иовченко, 2008б, 2014а, б; Иовченко и др., 2010).

Первые гнезда на КЗС были найдены на насыпанном южном участке в районе Бронки в 2003 г., когда строительство было приостановлено (Рычкова, 2004). С момента обнаружения на гнездовании в 2012 г. размножается регулярно в колониях чайковых птиц на двух постоянно контролируемых дамбах (табл.), в 2015–2016 гг. — еще на трех (Иовченко, 2012а; Иовченко, 2013; Иовченко, 2015а, б; Iovchenko, 2015). Проявляет высокую степень пластичности в выборе мест для расположения гнезд (Иовченко, 2014а) (рис. 1). Численность на всех дамбах в 2015 и 2016 гг. — 35–43 пары. Общая численность в городе — 100–130 пар. Следовательно, гнездовая группировка КЗС составляет не менее трети от всех птиц этого вида, гнездящихся в Санкт-Петербурге.



Рис. 1. Некоторые типы мест расположения гнезд серой утки *Anas strepera* (сл. нап. — открыто среди редкой низкой травы, в куртине высоких трав, в толстом слое фрагментов стеблей тростника, выброшенных на берег, 31.05.16).

Несмотря на то, что этот вид стал относительно обычным в городе, он был сохранен в Красной книге Санкт-Петербурга по нескольким критериям. Серая утка обитает здесь на недавно освоенной территории на границе ареала; численность подвержена заметным межгодовым колебаниям. Локальная гнездящаяся группировка играет большую роль в поддержании популяции Северо-Западного региона России (Иовченко и др., 2010), поскольку известно, что расселение этого вида идет с запада, и именно в Санкт-Петербурге в настоящее время отмечается его концентрация (Иовченко, 2012б).

Севернее и восточнее, кроме г. Сортавала (Кондратьев, Лапшин, 2003; Попова, 2011а, б), встречи на гнездовании пока остаются редкими. Длинноносый крохаль *Mergus serrator*. Не включен в Красную книгу Санкт-Петербурга, хотя является одной из самых редких гнездящихся уток города. В Красный список

морских видов Балтики (Helcom..., 2013) внесена только зимующая популяция длинноносого крохали в категории VU. В то же время в Финляндии за период с 2000 по 2015 гг. охранный статус гнездящейся популяции изменился с категории LC на категорию EN (Valkama et al., 2011; Tianen et al., 2015). На российской территории Финского залива этот вид известен на гнездовании, либо встречался в сезон размножения на ряде островов, и на некоторых был относительно обычен в 1990-х годах (Храбрый 1984; Носков и др. 1993; Леоке 1999; Васильева, 2002; Иовченко и др., 2004), но конкретные сведения о численности фрагментарны и нет опубликованных современных сведений о состоянии вида в целом. Судя по данным С. А. Коузова и А. В. Кравчук (2013), численность птиц, гнездящихся на Кургальском полуострове, в 2005–2010 гг. существенно сократилась по сравнению с 1993–1999 гг. Учитывая все это, состояние длинноносого крохали в нашем регионе заслуживает пристального внимания.

В Санкт-Петербурге ранее были известны лишь единичные встречи выводков (Коузов 1993, Лобанов, 2001; Бардин, 2007; Пчелинцев, 2012). Гнёзда длинноносого крохали впервые были обнаружены в 2003 г. среди каменных отсыпок на южном участке КЗС в районе Бронки в период приостановки его строительства (Иовченко, 2012а). Регулярно гнездится на двух дамбах, постоянно контролируемых с 2012 г. (табл.), в 2015–2016 гг. установлено гнездование еще на трех дамбах. Общая численность — 10–15 пар. Как и другие виды уток на дамбах проявляет большую пластичность в местах расположения гнезд, но чаще всего устраивает их в нишах среди крупных каменных глыб в склонах первого и второго ярусов дамб (рис. 2). Отдельные выводки отмечены нами также в заказнике «Западный Котлин». Скорее всего, они местного происхождения, но и самки, гнездящиеся на дамбах, могут приводить сюда своих подросших птенцов.

Галстучник *Charadrius hiaticula*. Охраняемый европейский подвид *C. h. hiaticula* в России гнездится на побережье Финского залива, в Ленинградской, Калининградской областях. В Ленинградской области обитает на восточной периферии ареала. Гнездование его было известно на территории Санкт-Петербурга еще в конце XIX–начале XX веков. В довольно большом количестве он



Рис. 2. Характерный тип расположения гнезда среднего крохала *Mergus serrator* в нише среди крупных каменных глыб у основания склона. 11 июля 2014 г.

выводил птенцов в колониях крачек на рифе о. Котлин (Бихнер, 1884). В то время он был довольно обычным гнездящимся видом Санкт-Петербургской губернии (Бианки, 1907). Но уже с середины XX в. в Ленинградской области стал большой редкостью, были установлены только два факта гнездования в 1960-х годах, в том числе один — в районе пос. Смолячково, ныне входящего в границы Санкт-Петербурга (Мальчевский, Пукинский, 1983). Резкий спад численности европейского подвида наблюдался на всем пространстве ареала и был особенно заметным на его периферии. В Санкт-Петербурге ситуация усугублялась еще и тем, что места, пригодные для гнездования, превращались в пляжи (Мальчевский, Пукинский, 1983).

Следующие находки гнездящихся птиц зарегистрированы уже в период строительства КЗС. В 1990 г. на песчано-гравийных насыпях у северного основания дамбы западнее посёлка Лисий Нос была обнаружена пара галстучников, гнездившаяся в колонии

малой крачки (Коузов, 1993). В 2003 г., когда строительство южного участка было приостановлено, в районе Бронки на большой по площади песчаной насыпи (шириной 70–100 м), укрепленной с западной стороны гранитными глыбами, было обнаружено крупное поселение ржанкообразных (Рычкова, 2006), в котором гнездились и галстучники. 23 июня здесь было обнаружено не менее 5 пар этого вида (Иовченко, 2012а) (рис. 3). В тот период это было единственное доказанное место гнездования галстучника в городе (Резвый, 2004).



Рис. 3. Песчаная насыпь будущей дамбы в период приостановки строительства южного участка КЗС в районе Бронки. Галстучник *Charadrius hiaticula*, беспокоящийся у гнезда с недавно вылупившимися птенцами. 23 июня 2003 г.

В последнее десятилетие единичные факты встреч беспокоящихся пар на пляжах Невской губы известны только в восточной части заказника «Северное побережье Невской губы», в заказниках «Западный Котлин» и «Гладышевский», в памятнике природы «Стрельнинский берег» (данные автора). В 2012 г. 8 и 5 пар галстучника были обнаружены в колониях чайковых на двух дамбах КЗС, где вид в последующие годы гнездился регулярно (табл.). В 2015 г. гнездование установлено еще на трех дамбах. Гнездится, как правило, в поселениях крачек, как на полностью

открытых участках, так и на участках с разреженным низким травостоем и куртинами высоких трав (рис. 4). Кроме того 1–2 пары почти ежегодно гнездятся вне колоний вместе с малыми зуйками на обширном мелкощербнистом участке между дамбой и 7-м Северным фортом и отдельные пары — на некоторых других участках КЗС. Общая численность в 2015–2016 гг. на всем КЗС составила 35–43 пары. В настоящее время дамбы КЗС — единственное регулярное и достаточно массовое место гнездования этого вида не только в городе (Иовченко, 2012, 2013, 2015а, б; Iovchenko, 2015), но и в Ленинградской области. На Кургальском полуострове и островах Финского залива в гнездовой период отмечались в основном лишь отдельные пары в разные годы (Храбрый, 1984; Носков и др., 1993; Гагинская, 2000; Иовченко и др., 2004; Коузов, Кравчук, 2010; Коузов и др., 2016). Единичные случаи гнездования известны и в материковой части области (Высоцкий, Кондратьев, 1999).



Рис. 4. Характерное место гнездования галстучника *Charadrius hiaticula* — мелкощербнистый, местами замшелый участок дамбы с редкой растительностью в поселении малой крачки *Sterna albifrons*. 7 июня 2016 г.

Кулик-сорока *Naematorus ostralegus*. Занесен в Красную книгу Ленинградской области (Список..., 2005) в категории NT. Регулярно, хотя и в небольшом количестве, встречается в Невской губе во время миграций, в том числе и на ООПТ: в заказниках «Северное побережье Невской губы», «Южное побережье Невской губы», «Западный Котлин» (Иовченко и др., 2016). На дамбах КЗС отдельные особи и пары отмечались в гнездовой период в 2012 и 2013 гг., но никаких оснований предполагать гнездование не было. Взрослую особь с хорошо летающей молодой птицей впервые видели на северном пляже заказника «Западный Котлин» 13 августа 2013 г. Возможно, пара гнездилась на форте Риф или где-то на дамбах КЗС. Непосредственно на одной из постоянно контролируемых дамб гнездование впервые установлено в 2014 г., но в следующем году не зарегистрировано. В 2016 г. на другой дамбе гнездились две пары (рис. 5, 6). Хотя гнездование этого вида известно на многих островах Финского залива (Храбрый,



Рис. 5. Гнездовой биотоп кулика-сороки *Naematorus ostralegus* (гнездо с кладкой, внизу, в центре, слева). 31 мая 2016 г.



Рис. 6. Птенец и молодая птица кулика-сороки *Naematopus ostralegus*. 23 июня и 25 июля 2016 г.

1984; Носков и др., 1993; Васильева, 2002; Иовченко и др., 2004 и др.) и состояние группировки этого вида в восточной части Финского залива в течение последних десятилетий характеризуется как довольно стабильное, большая часть его потенциальных мест гнездования в настоящее время существенно деградирует из-за массового развития туристического и рекреационного отдыха (Коузов, 2014). За годы нашего мониторинга эта угроза значительно возросла и на дамбах КЗС.

Травник *Tringa totanus*. В отличие от других видов куликов, гнездящихся на дамбе, в сезон размножения относительно обычен и в других местообитаниях — на сырых лугах и полях в разных районах города. Гнездящихся птиц находили в заказниках «Юнтоловский» (данные автора), «Сестрорецкое болото» (Иовченко, 2008б; Бубличенко, Храбрый, 2011), «Южное побережье Невской губы» (Иовченко, 2008б; Иовченко и др., 2016), на сырых лугах в районе Сосновой Поляны, Лигово и Пулково, на побережье острова Котлин. Довольно обычен на полях в окрестностях дер. Каменки (личное сообщение В. Г. Покотилова).

В 2012 г. обнаружен на гнездовании в колониях чайковых птиц на двух дамбах КЗС (Иовченко, 2012а), где регулярно гнездится и по настоящее время (табл.). В 2015 г. обнаружен еще на двух дамбах. Гнездится на участках с хорошо развитой растительностью (рис. 7). Общая численность в 2015–2016 гг. составила 25–28 пар.

Мородунка *Xenus cinereus*. Расселяющийся вид, обитающий в Ленинградской области вблизи современной западной границы

ареала. В Санкт-Петербурге впервые была обнаружена в конце 1969 г.— 3 гнездящиеся пары в восточной части Финского залива в Лахте (Мальчевский, Пукинский, 1983).



Рис. 7. Характерный гнездовой биотоп травника *Tringa totanus*. 30 мая 2015 и 7 июня 2016 г.

В 1999 г. гнездование мородунки было установлено в Волховском районе Ленинградской области (Кондратьев, Высоцкий, 1999). Птицы с признаками гнездового поведения наблюдались также на р. Свирь на северо-востоке Ленинградской области (Ковалев, 2004). В 2003 г. было найдено гнездо этого вида и отмечена еще одна беспокоящаяся пара на дамбе в районе Бронки (Рычкова, 2003).

С момента обнаружения в 2012 г. на двух дамбах гнездится регулярно и, несмотря на межгодовые колебания, наблюдается положительный тренд численности (Иовченко, 2012а, 2013, 2015а, б; Iovchenko, 2015) (табл.). Проявляет достаточно высокую пластичность в выборе местообитаний (Иовченко, 2012а)

(рис. 8). При полном обследовании всех дамб КЗС в 2015 г. гнездование установлено еще на двух дамбах. На всех дамбах в целом в 2015–2016 гг. размножались 23–25 пар. Беспокоящиеся птицы отмечались также на северном побережье Невской губы. Возможно, 1–3 пары гнездятся на пляжах между Лисьим Носом и Сестрорецком.



Рис. 8. Один из типов местообитаний мородунки *Xenus cinereus*. Гнездо расположено открыто на толстом слое фрагментов тростника. 22 июня 2015 г.

В Балтийском регионе вид отнесен к категории EN; гнездящиеся группировки, кроме Санкт-Петербурга и Ленинградской области, существуют только в Финляндии и Латвии (Helkom..., 2012, 2013). В Финляндии гнездится 5 (6)–10 пар, численность сокращается и виду присвоена категория CR (Valkama et al., 2011; Tiainen et al., 2015). В Латвии размножается только в одном месте, где гнездятся 1–2, максимум 5 пар (Helkom..., 2012). Гнездящаяся на КЗС группировка — самая крупная в Балтийском регионе.

Малая крачка *Sterna albifrons*. В Санкт-Петербурге обитает у северной границы ареала. Гнездилась на рифе о-ва Котлин в конце XIX–начале XX веков (Бихнер, 1884; Бианки, 1903, 1907). Впоследствии не регистрировалась. Вновь появилась на гнездовании в регионе, видимо, в 1960-х годах в результате расселения (Мальчевский, Пукинский, 1983). Небольшие гнездовые колонии были известны в Угольной гавани — в 1982 г. (Гагинская, 2004) и 2008 г. (Иовченко, 2008а), в Лисьем Носу — в 1990 г. (Коузов, 1993). В 1985 г. наблюдали попытку гнездования на Екатерининском бастионе Петропавловской крепости (Гагинская, 2004). В 2003 г. колония обнаружена во время приостановки строительства КЗС на его южном участке в районе Бронки (Рычкова, 2006). В 2012 г. гнездовые поселения найдены на двух дамбах КЗС (Иовченко, 2012а), в 2015 г. — еще на двух дамбах (Иовченко, 2015б). В настоящее время дамбы КЗС являются единственным, причем регулярным, местом гнездования вида в Санкт-Петербурге.

В начале 2000-х годов общее количество гнездящихся пар оценивалось в пределах одного–двух десятков пар, при этом были известны лишь отдельные факты гнездования в некоторые годы (Гагинская, 2004). По данным мониторинга на двух дамбах КЗС в 2012–2016 гг. малая крачка — регулярно гнездящийся вид с заметными межгодовыми колебаниями численности при слабо выраженном тренде ее увеличения (Иовченко, 2012а; 2015а, б; Iovchenko, 2015). Для гнездования выбирает мелкощепнистые и песчано-мелкощепнистые участки, открытые или с разреженной растительностью (рис. 9). Места расположения поселений остаются достаточно постоянными. В 2015 и 2016 гг. общая численность гнездящихся птиц на всех дамбах — 75–100 пар.

Из редких видов других экологических групп на пролете отмечены варакушка *Luscinia svecica cyaneocula*, жулан *Lanius collurio* (одна пара этого вида обнаружена также на гнездовании в районе Д-11 в 2015 г.); на территории дорожной развязки у северного побережья в этом же году наблюдался поющий самец садовой овсянки *Emberiza hortulana*.

Проведенные исследования показали огромную роль КЗС для сохранения биоразнообразия и редких видов птиц. Все редкие



Рис. 9. Мелкощербнистые участки дамб с разреженной растительностью — гнездовой биотоп малой крачки *Sterna albifrons* и галстучника *Charadrius hiaticula*. На переднем плане внизу две кладки и затаившиеся птенцы малой крачки. 7 июня 2016 г.

виды в исследуемый период гнездились регулярно, но их численность колебалась по годам. В современных условиях дамбы КЗС являются единственным местом гнездования для малой и полярной крачек, галстучника, кулика-сороки и мородунки, а также одним из наиболее благоприятных мест для гнездования серой утки, длинноносого крохала и травника. Дамбы КЗС компенсируют естественные местообитания видов, гнездящихся на песчаных и галечных пляжах, которые либо утрачены, либо находятся в условиях постоянно действующего фактора беспокойства, исключающего возможность успешного гнездования. Современное гнездование некоторых видов (полярной, речной и малой крачек, галстучника) на дамбах КЗС можно рассматривать как возвращение на исторические места их гнездования, существовавшие на рифе о-ва Котлин в конце XIX–начале XX веков.

В ходе выполнения проекта выявлены лимитирующие факторы для существования колоний и разработаны меры для их сохранения, налажены контакты с администрацией КЗС. Основными угрозами для всех видов являются фактор беспокойства, разорение гнезд людьми, хищничество стай бродячих собак, регулярно посещающих колонии, скашивание травы на дамбах КЗС в сезон размножения. С 2013 г. по нашим рекомендациям отменены мероприятия по скашиванию травы на дамбах, где существуют колонии, нанесшие птицам огромный ущерб в сезон гнездования 2012 г. В прошедший год скашивание кустов и молодых деревьев было произведено поздней осенью или ранней весной до начала вегетации. При этом срезанные растения были оставлены на месте, в результате чего возникли дополнительные благоприятные места для гнездования некоторых видов. Под их прикрытием устроили свои гнезда кряква *Anas platyrhynchos*, серая утка, средний крохаль, хохлатая чернеть и мородунка. По-прежнему, необходимо сохранять запрет на скашивание травы в местах гнездования до начала августа. Остаются нерешенными проблемы регуляции зарастания дамб. Кроме того за пять лет исследований на двух постоянно контролируемых дамбах число людей, посещающих их с целью отдыха, значительно возросло, что повлияло на сокращение площади поселений и/или смещение их на другие территории, где фактор беспокойства отсутствует либо снижен. В связи с этим необходима организация охраны мест гнездования на дамбах КЗС посредством введения запрета на посещение дамб, на которых расположены колонии птиц, в период с 15 апреля по 1 августа с установкой аншлагов с соответствующей информацией. Для уток очень важно сохранение мелководий с высокопродуктивными растительными сообществами, расположенных у о-ва Котлин вдоль Д-6, в прибрежной зоне заказника «Южное побережье Невской губы» (кластерный участок «Кронштадтская Колония») и у Тарховского мыса, используемых самками, гнездящимися на дамбах КЗС, для выращивания выводков.

Полученные предварительные результаты говорят о необходимости проведения исследований по мониторингу процессов зарастания с использованием космоснимков и закладкой геоботанических площадок с целью разработки подходов к управлению

устойчивостью существующих поселений птиц, сохранению биоразнообразия и редких видов.

Литература

- Бардин А. В.* Выводок длинноносого крохалия *Mergus serrator* на Малой Неве // Рус. орнитол. журн., 2007. Т. 16, № 351. С. 433–434.
- Бихнер Е.* Птицы С.-Петербургской губернии. Материалы, литература и критика // Тр. С.-Петерб. об-ва естествоисп. СПб., 1884. Т. 13. С. 361–624.
- Бианки В. Л.* Новые и редкие птицы С.-Петербургской губернии // Ежегодник Зоологического музея Академии наук, 1903. Т. 8, № 2. С. 25–32.
- Бианки В.* 1907. Список птиц Санкт-Петербургской губернии // Ежегодник Зоологического Музея Императорской Академии Наук. Т. 12. С. 86–113.
- Бубличенко Ю. Н., Храбрый В. М.* Птицы // Природа Сестрорецкой низины / Ред. Е. А. Волкова, Г. А. Исаченко, В. Н. Храмов. СПб., 2011. С. 210–225.
- Васильева Н. А.* Материалы по летней орнитофауне архипелага Сескар в восточной части Финского залива // Беркут, 2002. Т. 11, Вып. 1. С. 18–26.
- Высоцкий В. Г., Кондратьев А. В.* О гнездовании галстучника *Charadrius hiaticula* в Южном Приладожье // Рус. орнитол. журн., 1999. Т. 8, № 86. С. 15–16.
- Гагинская А. Р.* Архипелаги Долгий Риф и Большой Фискар // Ключевые орнитологические территории Балтийского региона России. Калининградская и Ленинградская области. СПб., 2000. С. 96–97.
- Гагинская А. Р.* Малая крачка *Sterna albifrons* Pallas, 1764 // Красная книга природы Санкт-Петербурга / Отв. ред. Г. А. Носков. СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. С. 136.
- Иовченко Н. П.* Редкие виды водоплавающих и околоводных птиц в Невской губе Финского залива // Изучение миграций птиц и миграционных стоянок / Ред. Г. А. Носков, А. Р. Гагинская. СПб, 2008а. С. 61–63.

- Иовченко Н. П.* Система ООПТ Санкт-Петербурга и ее роль в сохранении редких видов в условиях интенсивно развивающегося мегаполиса // Рус. орнитол. журн., 2008б. Т. 17, № 449. С. 1557–1570.
- Иовченко Н. П.* Редкие виды птиц планируемой к организации ООПТ «Южное побережье Невской губы с литориновым уступом»: современное состояние, проблемы и перспективы охраны // Рус. орнитол. журн., 2009. Т. 18, № 530. С. 2123–2127.
- Иовченко Н. П.* Роль комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений в сохранении биоразнообразия и редких видов птиц Балтийского региона // Рус. орнитол. журн. 2012а. Т. 21, № 825. С. 3125–3139.
- Иовченко Н. П.* Значение водно-болотных угодий Санкт-Петербурга для сохранения популяций некоторых редких видов птиц, обитающих на границе ареала // Экология, эволюция и систематика животных. Матер. Междунар. научно-практ. конфер., 13–16 ноября 2012 г., Рязань, Россия. Рязань: НП «Голос губернии», 2012б. С. 260–263.
- Иовченко Н. П.* Роль комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений в сохранении биоразнообразия и редких видов птиц Балтики // Современные проблемы биоразнообразия естественных и трансформированных экосистем. Материалы VIII ежегодной молодежной экологической Школы-конференции в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурно наследия: 2013 г. Санкт-Петербург, Старый Петергоф. 28–29 ноября 2013 г. СПб: Изд-во ВВМ. 2013. С. 41–49.
- Иовченко Н. П.* Серая утка (*Anas strepera* L.) на северо-западе России: история расселения, современное состояние популяции и особенности экологии // Вестник охотоведения, 2014а. Т. 11, № 2. С. 103–109.
- Иовченко Н. П.* Пространственно-временное распределение серой утки *Anas strepera* на Северо-Западе России в конце XIX — начале XXI веков: основные этапы и способы экспансии, современное состояние популяции и прогноз // Рус. орнитол. журн., 2014б. Т. 23, № 1080. С. 3897–3920.

- Иовченко Н. П.* Комплекс защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений — новые местообитания для сохранения биоразнообразия и редких видов птиц в Финском заливе // XVI Международный экологический форум «День Балтийского моря». Сборник материалов. СПб.: ООО «Свое издательство». 2015а. С. 103–105.
- Иовченко Н. П.* Мониторинг формирования орнитофауны и состояния редких видов птиц на Комплексе защитных сооружений г. Санкт-Петербурга // Материалы X ежегодной молодёжной экологической Школы-конференции в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия 2015 г. «Рациональное использование природных ресурсов и проблемы сохранения биоразнообразия» (Санкт-Петербург, Старый Петергоф, 2015). СПб., 2015б. С. 32–38.
- Иовченко Н. П., Гагинская А. Р., Носков Г. А., Резвый С. П.* Результаты орнитологического обследования островов Финского залива в 1994–1995 годах // Птицы и млекопитающие Северо-Запада России / Под ред. И. В. Ильинского. СПб.: Изд-во С.—Петербург. ун-та, 2004. С. 100–120. (Труды Биол. НИИ; Вып. 48).
- Иовченко Н. П., Рычкова А. Л., Смирнов О. П.* Стремительное освоение водоемов Санкт-Петербурга серой уткой (*Anas strepera*) в начале 21 века // Орнитология в Северной Евразии. Материалы XIII Международной орнитологической конференции Северной Евразии. Оренбург, 2010. С. 144.
- Ковалев В. А.* Некоторые интересные встречи птиц на востоке Ленинградской области // Рус. орнитол. журн., 2004б. Т. 13, № 255. С. 242–244.
- Кондратьев А. В., Высоцкий В. Г.* О гнездовании мородунки *Xenus cinereus* в Ленинградской области // Рус. орнитол. журн., 1999. Т. 8, № 85. С. 30–31.
- Кондратьев А. В., Лапшин Н. В.* Редкие виды водоплавающих птиц Ладожского озера // 3-й междунар. симп. «Динамика популяций охотничьих животных Северной Европы». Петрозаводск, 2003. С. 111–116.
- Коузов С. А.* Водоплавающие и околоводные птицы северного побережья Невской губы // Тр. Зоол. ин-та РАН. 1993. Т. 252. С. 60–83.

- Коузов С. А.* Новые данные о местах гнездования и встречах территориальных пар кулика-сороки (*Haematopus ostralegus*) в восточной части Финского залива // Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2014. Вып. 3. С. 31–39.
- Коузов С. А., Кравчук А. В.* Сравнительно-экологические аспекты биологии большого *Mergus merganser* и среднего *M. serrator* крохалей, гнездящихся на островах у Кургальского полуострова (восточная часть Финского залива) // Рус. орнитол. журн. 2013. Т. 22, № 861. С. 804–805 [2011].
- Коузов С. А., Кравчук А. В.* Размножение серой утки (*Anas strepera* L.) в Ленинградской области // Вестник охотоведения, 2010. Т. 7, № 2. С. 254–258.
- Коузов С. А., Кравчук А. В.* О гнездовании галстучника *Charadrius hiaticula* на Кургальском полуострове // Рус. орнитол. журн., 2010. Т. 19, № 613. С. 2075–2078.
- Коузов С. А., Лосева А. В., Кравчук А. В.* Галстучник *Charadrius hiaticula* в восточной части Финского залива: тенденции динамики численности, сроки размножения, распределение гнездящихся птиц // Рус. орнитол. журн. [2015] 2016. Т. 25, № 1248. С. 518–519.
- Красная книга Российской Федерации (животные). М. 2001. 864 с.
- Леоке Д. Ю.* Орнитологические наблюдения на острове Малый (восточная часть Финского залива) // Рус. орнитол. журн., 1999. Т. 8, № 84, С. 17–20.
- Лобанов С. Г.* Из орнитологических наблюдений в Санкт-Петербурге и его окрестностях в 2001 году // Рус. орнитол. журн. 2001б. Т. 10, № 169. С. 1060–1063.
- Мальчевский А. С., Пукинский Ю. Б.* Птицы Ленинградской области и сопредельных территорий: История, биология, охрана: в 2-х томах. Т. 1. Л., 1983. 480 с.
- Носков Г. А., Фёдоров В. А., Гагинская А. Р., Сагитов Р. А., Бузун В. А.* Об орнитофауне островов восточной части Финского залива // Рус. орнитол. журн., 1993. Т. 2, № 2. С. 163–173.
- Перечень объектов животного и растительного мира, занесенных в Красную книгу Санкт-Петербурга. Приложение

- к Распоряжению Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности от 21 июля 2014 года N94-р.
- Попова С. Л.* Летняя орнитофауна водоёмов Сортавалы по наблюдениям 2009–2010 годов // Рус. орнитол. журн., 2011а. Т. 20, № 645. С. 656–660.
- Попова С. Л.* Численность и распределение серой утки *Anas strepera* в городе Сортавала (северо-западное Приладожье) // Рус. орнитол. журн., Т. 20, № 713. С. 2498–2502.
- Пчелинцев В. Г.* Выводок длинноносого крохала *Mergus serrator* в Санкт-Петербурге // Рус. орнитол. журн., 2012. Т. 21, № 733. С. 454–456.
- Резвый С. П.* Галстучник *Charadrius hiaticula* (Linnaeus, 1758) // Красная книга природы Санкт-Петербурга / Отв. ред. Г. А. Носков. СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. С. 126–127.
- Рычкова А. Л.* Гнездование мородунки *Xenus cinereus* на южном побережье Невской губы // Рус. орнитол. журн., 2003. Т. 12, № 247. С. 1437–1438.
- Рычкова А. Л.* Серая утка *Anas strepera* (Linnaeus, 1858) // Красная книга природы Санкт-Петербурга / Отв. ред. Г. А. Носков. СПб.: АНО НПО «Профессионал», 2004. С. 107.
- Рычкова А. Л.* К вопросу о формировании состава орнитофауны защитных сооружений Санкт-Петербурга (Финский залив) // Орнитологические исследования в Северной Евразии. Ставрополь, 2006. С. 458–460.
- Список животных, рекомендуемых к занесению в Красную книгу природы Ленинградской области. Утвержден Приказом комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды Ленинградской области от 25.02.2005 N12 (приложение 2).
- Храбрый В. М.* Птицы Берёзовых островов // Тр. Зоол. ин-та АН СССР, 1984. Т. 123. С. 116–147.
- BirdLife International. European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2015. 67 p.
- HELCOM Red List of Baltic Breeding Birds. HELCOM Red Lists of Baltic Sea Species and Habitats/Biotopes. 2012. 121 p.

- HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. *Balt. Sea Environ. Proc.* 2013. No.140. 106 p.
- Iovchenko N.P.* The Saint — Petersburg Flood Protection Barrier — as new habitats for biodiversity and rare bird species conservation in the Gulf of Finland // XVI International Environmental Forum “Baltic Sea Day” Thesis Collection. SPb. 2015. P. 266–268.
- Tiainen, J., Mikkola-Roos, M., Below, A., Jukarainen, A., Lehikoinen, A., Lehtiniemi, T., Pessa, J., Rajasärkkä, A., Rintala, J., Sirkiä, P. & Valkama, J.* 2016: Suomen lintujen uhanalaisuus 2015 — The 2015 Red List of Finnish Bird Species. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. 49 p.
- Valkama, J., Vepsäläinen, V. & Lehikoinen, A.* 2011. The Third Finnish Breeding Bird Atlas. Finnish Museum of Natural History and Ministry of Environment.

Современная ихтиофауна Невской губы Финского Залива

И. Г. Мурза¹, О. Л. Христофоров¹, М. Н. Медведев²

¹Санкт-Петербургский государственный университет,
²ОАО «РКЛ»

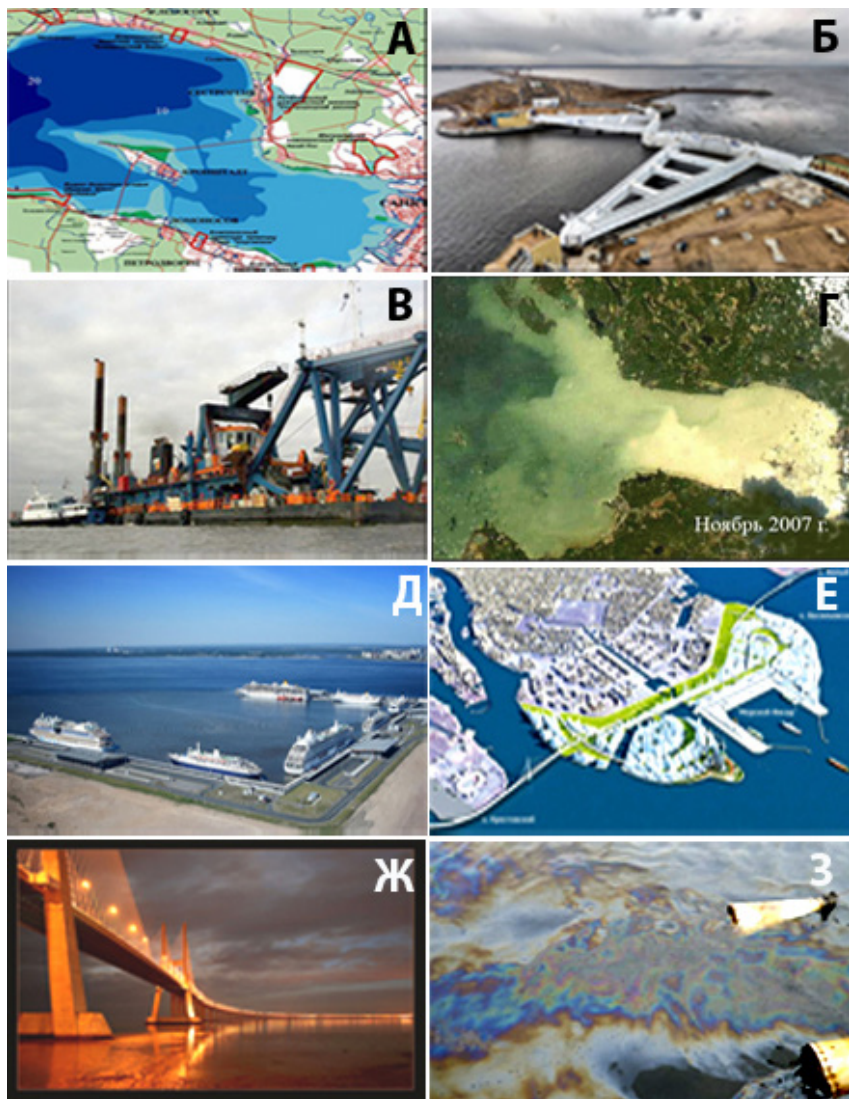
polar_cod@mail.ru

Невская губа — самая восточная часть Балтийского моря (Рис. 1, А) и терминальный участок системы стока Великих Озер Европы, по которой в Финский залив этого моря поступает 2/3 объёма пресной воды (2,5 тыс. м³/сек.; 78,9 км³/год). Экосистема её, образуемая абиотической средой и биотой, сформировалась в ходе естественной эволюции бассейна. В недалёком прошлом дно губы было преимущественно песчаным, с каменистыми грядами, а также участками, заросшими водной растительностью. Благодаря опреснению и мелководности (3–5 м), благоприятным температурному и кислородному режимам, разнообразию биотопов и богатству кормовой базы, она служила идеальным питомником для воспроизводства рыб с различной экологией, нуждающихся в специфичных нерестовых субстратах: псаммо-, лито- и фитофилов. Большинство обитающих здесь видов окси- и реофильны. Проходными рыбами Невская губа используется как транзитная и нагульная зона при сезонных анадромных и катадромных миграциях. Нерест полупроходных и пресноводных жилых рыб в этой губе обеспечивает более 50% от общего объёма воспроизводства их в восточной части Финского залива. Она служит также местом нагула и зимовки. Рыбы и рыбообразные (круглоротые) составляют ключевое звено пищевых цепей биоты экосистемы губы: они основные потребители планктона, бентоса и, в свою очередь, служат пищей ряду птиц и млекопитающих. В составе ихтиофауны Невской губы до 40 видов рыб и рыбообразных (Мурза и др., 2005; Мурза, Христофоров, 2012). К числу нативных рыб принадлежат: лещ, густера, синец, елец, сырть, голавль, язь, краснопёрка, жерех, чехонь, плотва, уклея, золотой и серебряный караси, линь,

гольян, сом, пескарь, вьюн, восьмиусый голец, щиповка, налим, щука, судак, окунь, ёрш, бычок-подкаменщик, трёхиглая и девятииглая колюшки, атлантический лосось, кумжа, сиг, ряпушка, корюшка, хариус, угорь.

Антропогенное воздействие на условия жизни всех гидробионтов в акватории губы нарастало со времени основания Санкт-Петербурга. Оно включало изменение гидрографической сети, развитие судоходства, застройку берегов, создание техногенных форм донного рельефа — искусственных островов с фортами, ряжей, фарватеров морских каналов, подводных карьеров, свалок мусора, сброс бытовых, промышленных стоков и т. д. До 2-й половины 20-го века интенсивность этих факторов оставалась, по-видимому, ниже предельно допустимой экологической нагрузки. *За счёт эффективного естественного воспроизводства рыб добыча их промыслом в губе продолжала исчисляться тысячами тонн. Единственный представитель ихтиофауны, утраченный за последние 100 лет, причём во всей Балтике, — атлантический осётр. С уничтожением в 1975–1978 гг. Ивановских порогов р. Невы и загрязнением грунтов этой реки, утрачены основные нерестилища невской популяции атлантического лосося, но она сохранилась благодаря деятельности Невского р/з (Христофоров, Мурза, 2003). При гидрологических работах, выполнявшихся в Невской губе в 1960–1978 гг., из подводных карьеров поднято около 45 млн. м³ грунта. Его использовали для соединения о-вов Декабристов и Вольного, создания искусственного о. Белый, намыва в юго-восточной части губы. На дне образовались ямы глубиной до 14–16 м. К 1979 г. очищалось лишь 3% промышленных и бытовых стоков. За счёт развития системы магистрального водоотведения и ввода в эксплуатацию водоочистных сооружений эта цифра возросла до 74% в 1997 г., 85% в 2005 г. и более 90% в последующие годы. Часть неочищенных стоков и сейчас продолжает поступать во внутригородские водотоки. Случаются также сбросы нефтепродуктов (Рис. 1, 3).*

Самому мощному в исторический период комплексному воздействию сообщество рыб Невской губы подверглось, начиная с 1980-х гг. В 1979 г. началось создание Комплекса защиты

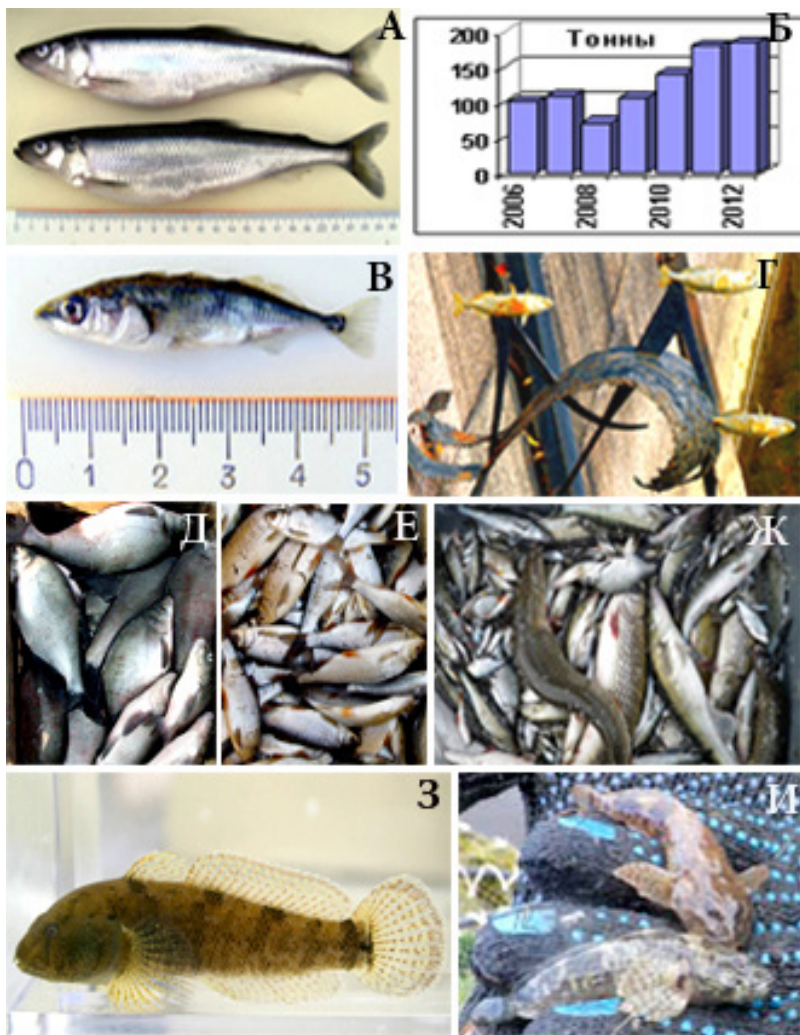


Блок рисунков 1

А — мелководная восточная часть Финского залива, включая Невскую губу; Б — судопропускное сооружение С-1 КЗС); В — гидротехнические работы по намыву территорий; Г — шлейф мелкодисперсной взвеси в Финском заливе (2007 г.); Д — новый Морской пассажирский порт; Е, Ж — проектируемый ЗСД; З — нефтепродукты на поверхности воды в устье р.Невы.

Санкт-Петербурга от наводнений — КЗС протяжённостью 25,4 км. К 1986 г. значительную часть створа Невской губы перекрыли его сооружения (Рис. 1, Б). Изменились система циркуляции вод и пути миграций рыб. Водообмен с открытой частью акватории залива сократился на 10–25%. Основная тенденция периода — усиление эвтрофикации. Заиливание дна способствовало развитию бентоса, обеспечивающего кормовую базу донным рыбам, прежде всего карповым. Условия же для нагула пелагических и размножения псаммофильных рыб стали хуже. Строительство КЗС приостанавливалось с 1987 г. и завершено в 2011 г. В 2001–2003 гг. прокладывали фарватер от Константиновского дворца в Стрельне, а с 2006 по 2008 гг. в губе осуществлялись самые масштабные дноуглубительные и грунтонамывные работы (Рис. 1, В), связанные с созданием Морского фасада, Морского пассажирского порта (Рис. 1, Д), жилого комплекса «Балтийская жемчужина» и других объектов. Перемещение миллионов тонн грунта пульповым методом сопровождалось (Сухачёва, 2010; Рыбалко и др., 2011) ухудшением качества воды, многократным увеличением концентрации в ней взвесей (до 300–500 мг/л при ПДК — 10 мг/л), снижением содержания кислорода в придонных слоях (особенно зимой подо льдом), ростом концентраций нефтепродуктов, тяжелых металлов и фенолов в донных отложениях, выносом шлейфа мутной воды во внешнюю часть залива более чем на 200 км (Рис. 1, Г). Происходила деградация подводных ландшафтов. Исчезала водная растительность. Обширные участки дна Невской губы оказались покрыты массивным слоем «мёртвой», перемещающейся глинистой субстанции. Снизилось количество бентоса (Балушкина, Голубков, 2007; Сулопарова, Шурухин, 2011). В результате этих процессов в значительной степени утрачены условия для размножения, нагула и зимовки рыб. Наши исследования показали, что изменились их качественный состав, пространственное распределение, численность, спектр питания. Нередко концентрации рыб наблюдались у стоков из канализационных труб. В 2006–2011 гг. добыча рыбы промыслом в губе не превышала 0,5–0,7 тыс. тонн. Анализ состава уловов показал, что ресурсы всех видов находятся в неблагоприятном состоянии. Это касается, в том числе, массовых рыб, мигрирующих в Невскую

губу, а затем в р. Неву на нерест и играющих важную роль в пищевых цепях данной водной экосистемы: корюшки, ряпушки, трёхиглой колюшки. Корюшка (Рис. 2, А) — основная промысловая рыба системы Невская губа — р. Нева. На долю её прежде приходилось около 80–85% речного промысла и 10–15% уловов в губе. В последние годы вылов корюшки в административных границах Санкт-Петербурга, вместо прежних нескольких тысяч тонн, составлял от 71 до 184 тонн, обнаруживая слабую тенденцию роста (Рис. 1, Б) (Мурза и др., 2008, 2010). Очень мало ряпушки, вылов которой прежде исчислялся десятками тонн. Аналогичная участь постигла трёхиглую колюшку (Рис. 2, В), использовавшуюся прежде для промышленного производства рыбьего жира и муки. Значимость этой рыбы для населения Ленинграда в годы блокады отражает памятник, установленный в Кронштадте (Рис. 2, Г). В Скандинавских странах она используется как тест-объект при оценке качества водной среды. Вылов трёхиглой колюшки Россией в восточной части Финского залива, включая Невскую губу, к началу 1990-х гг. превышал 3 тыс. тонн, но за период с 2002 по 2011 гг. снизился с 327,8 до 50,0 тонн. В Невской губе она представлена теперь в уловах весной отдельными особями. Резко сократилась в последние годы и численность всех видов карповых (Рис. 2, Д — Ж). Нами выявлены случаи естественной межвидовой гибридизации этих рыб. У леща наблюдали снижение упитанности, заболевания кожных покровов, глаз и нарушения функции половых желез (Христофоров и др., 2009). Не менее 9–11 других видов рыб Невской губы, прежде промысловых, следует отнести в настоящее время к категории «исчезающих». Это угорь, сиг, хариус, сырть, сом, жерех, язь, голавль, елец, краснопёрка. Встречающийся ещё сиг — скорее морской, чем невольский проходной. Изредка зимой в губе регистрируются речная камбала и четырёхрогий бычок. Из 3 видов круглоротых, речная минога важный объект промысла, ручьевая малочисленна, а морская очень редка. По-разному отреагировали на изменение экологической обстановки рыбы-вселенцы. Ротана-головешки, интродуцированного в 19-м веке, стало значительно меньше, а бычок-цуцик, впервые обнаруженный в 2006 г. (Орлова, Анцулевич, 2006), натурализовался и регулярно наблюдается, включая молодь, вместе



Блок рисунков 2

А — корюшка перед нерестом; Б — добыча этого вида промыслом в Невской губе и р. Неве (2006–2012 гг.); В — трёхиглая колюшка; Г — фрагмент памятника «Блокадной колюшке» в Кронштадте; Д, Е — преобладание карповых рыб (лещ, плотва) в уловах 2004 г.; Ж — низкая доля этих рыб в уловах 2012 г.; З — натурализовавшийся в губе вселенец бычок-цуцик; И — нативный бычок-подкаменщик.

с бычком-подкаменщиком в устьях Большой и Средней Невки, а также у о-ва Белого (Рис. 2, 3, И). Отлавливаемые в губе, а также в р. Неве особи кумжи, судя по структуре чешуи и, иногда, меткам, имеют заводское происхождение и заходят из финских вод. Чужеродные рыбы представлены также убегающими из рыбоводных хозяйств, но не размножающимися здесь радужной форелью (стальноголовым лососем), сибирским осетром, стерлядью и карпом.

Выявленные изменения ихтиофауны трактуются нами как симптомы глубокой депрессии. Для восстановления рыбных ресурсов системы р. Нева — Невская губа, имеющей статус рыбохозяйственного водоёма высшей категории, даже при самых благоприятных условиях потребуется много лет. Результат будет зависеть также от регламентации дальнейших гидротехнических работ по срокам и технологиям. В частности, в 2013 г. начнётся строительство Западного скоростного диаметра (ЗСД) протяжённостью 46,6 км, который пересечёт дельту р. Невы (Рис. 1, Е, Ж). Недопустимо применение там пульпового метода перемещения грунта. Представляются нереальными и неэффективными меры, предложенные в 2005 г., для компенсации ущерба рыбным ресурсам Невской губы от намыва: мелиорация подводных карьеров на Южной Лахтинской отмели, создание искусственных нерестилищ для рыб, загрузка производственных мощностей рыбоводных заводов икрой массовых видов, организация ихтиологических заказников типа «Питерской корюшки» (<http://www.cedipt.spb.ru/>). Мы отмечали прежде (Мурза и др., 2008), что разведение массовых рыб на заводах, в питомниках и/или криоконсервация их геномов очень дороги и не гарантируют сохранения популяций: при деградации местообитаний реинтродуцировать молодь будет некуда. Вряд ли адекватно также предложенное в 2011 г. (<http://www.erm.com/>) возмещение ущерба ихтиофауне Невской губы от строительства ЗСД за счёт выпуска сеголеток сига в Ладожское озеро. Сохранить биоту водных экосистем, как показывает мировой опыт, удаётся лишь за счёт изменения режима природопользования во всём бассейне, включая систему водосбора. Любые виды деятельности в акватории Невской губы должны осуществляться в соответствии с национальными,

а также международными законами и правилами, в том числе Хельсинской Конвенцией об охране морской природной среды региона Балтийского моря и рядом рамочных соглашений. Не увеличение числа точечных ООПТ, а придание всей Невской губе и связанной с ней системе стока Великих озер Европы статуса «особо охраняемой» акватории позволило бы применить к ним положения статьи 22 Федерального закона о животном мире.

Литература

- Балушкина Е. В., Голубков С. М.* 2007. Картирование и оценка качества вод эстуария р. Невы по структурным и функциональным характеристикам сообществ донных животных // Сб. тезисов XIII Международного экологического форума: «День Балтийского Моря». СПб. С. 95–96.
- Мурза И. Г., Христофоров О. Л.* 2012. Рыбы восточной части Финского залива как объект эколого-физиологических исследований / Наш общий Финский залив // Сб. материалов I научной конференции СПбГУ, посвященной «Году Финского залива — 2014. СПб.: ВВМ. С. 157–162.
- Мурза И. Г., Христофоров О. Л., Медведев М. Н.* 2005. Современная ихтиофауна Невской губы Финского залива: к проблеме экологически безопасного природопользования // Материалы VIII Международной конференции: «Акваторра — 2005», г. СПб. С. 332–335.
- Мурза И. Г., Христофоров О. Л., Медведев М. Н.* 2008. Проблема сохранения биоразнообразия нативных видов рыб Российской части Финского залива Балтийского моря в современной экологической обстановке // Сб. тезисов IX Международного экологического форума: «День Балтийского Моря». СПб. С. 80–83.
- Мурза И. Г., Христофоров О. Л., Медведев М. Н.* 2010. Рыбные ресурсы Невской губы Финского залива при современном состоянии водной экосистемы // Материалы V региональной молодежной экологической конференции: «Экологическая школа в Петергофе — наукограде Российской Федерации». «Биомониторинг и охрана живой природы в Северо-

- Западном регионе». СПбГУ, Старый Петергоф. С. 119–124.
- Орлова М. И., Анцулевич А. Е.* 2006. Основные направления и итоги изучения биологических инвазий в Финском заливе / Сб. материалов VIII науч. семинара «Чтения памяти К. М. Дерюгина». СПбГУ. СПб. С. 51–65/
- Рыбалко А. Е., Федорова Н. К., Зайцев В. М., Педченко А. П., Кийко О. А.* 2011. Влияние дреджинговых проектов на экологическую ситуацию в Финском заливе / Сб. материалов XII Международного экологического форума: «День Балтийского моря». СПб. С. 113–115.
- Суслопарова О. Н., Шурухин А. С.* 2011. Результаты мониторинга водных биологических ресурсов в районах строительства портов в Восточной части Финского залива / Сб. материалов XII Международного экологического форума: «День Балтийского моря». СПб. С. 125–127.
- Сухачева Л. Л.* 2010. Современный спутниковый экологический мониторинг в оценке воздействия крупных проектов на экологию восточной части Финского залива / Сб. материалов XI Международного экологического форума: «День Балтийского моря». СПб. С. 192–194.
- Христофоров О. Л., Мурза И. Г.* 2003. Состояние популяций и воспроизводство атлантического лосося в российском секторе Балтийского моря / В сб.: Атлантический лосось: биология, охрана и воспроизводство. NASCO, Институт биологии Карельского научного центра РАН. Петрозаводск. С. 165–174.
- Христофоров О. Л., Мурза И. Г., Медведев М. Н.* 2009. Останется ли Невская губа рыбохозяйственным водоёмом? // Сб. материалов X Международного экологического форума: «День Балтийского моря». СПб. С. Р. 71–73.

Разнообразие почв парка «Сергиевка»

Н. Н. Матинян, К. А. Бахматова

Санкт-Петербургский государственный университет

Natalym101136 @ yandex. ru

Поместье «Сергиевка» принадлежит к череде усадеб Петергофской дороги, возникшей в начале 18-го века по замыслу Петра Великого. С 1721 по 1800 гг. оно принадлежало семейству Румянцевых. *Румянцев А. И.*, в прошлом денщик Петра I, получил во владение усадьбу в знак благодарности за активное участие в возвращении цесаревича Алексея Петровича — сына Петра I (Горбатенко, 2002). После смерти А. И. Румянцева усадьбу наследовал его сын, известный полководец фельдмаршал П. А. Румянцев-Задунайский, имевший трех сыновей — Михаила, Николая и Сергея. Возможно, именем младшего сына Сергея и названа усадьба. Румянцевы мало занимались усадьбой, расположенной в естественном лесном массиве. У подъема с нижней дороги стоял поместный дом, к югу от него различные службы и небольшой пруд. В 1822 г. хозяином усадьбы становится К. А. Нарышкин, который вложил значительные средства (около 1 млн. рублей) на ее благоустройство (Сб. «Парк Сергиевка ..», 2005). Были построены большой господский дом, каменные и деревянные флигеля, каменная ферма, вырыты осушительные каналы, некоторые пруды и сделаны посадки широколиственных пород в ряде мест. В 1839–40 гг. имение было приобретено у наследников К. А. Нарышкина императором Николаем I в качестве свадебного подарка старшей дочери Марии, выходявшей за французского герцога М. Лейхтенбергского.

Начинается расцвет усадьбы «Сергиевка». Для создания нового дворцово-паркового ансамбля были приглашены архитектор А. И. Штакеншнейдер и садовый мастер П. И. Эрлер. Создавая пейзажный парк, они максимально использовали естественные особенности рельефа: овраги, прорезающие местность с севера на юг, плоское побережье Финского залива, уступ, разделяющий морские террасы. Осуществлялись необходимые вырубki

лесного массива, в соответствии с эстетическим восприятием производились посадки деревьев и кустарников. В русле ручьев, протекавших по дну оврагов, были устроены водопады, каскады прудов, живописные мостики, на склонах — гранитные лестницы (Горбатенко, 2002). К западу и югу от дворца появились поляны с дубами (рис. 1). Возник ряд искусственных насыпей: насыпь на нижнем лугу, севернее дворца, для предотвращения затопления низкого морского побережья нагонными водами, холм у Полудинового пруда, ряд грядовых возвышений вдоль берегов прудов.



Рис. 1. Живописная поляна с дубами

Территория усадьбы выделяется большим разнообразием ландшафтов, что придает парку особую живописность и неповторимость. Выделяются ландшафты, где преобладают естественные почвы и растительность (южная часть парка с участками хвойных и мелколиственных лесов, прибрежная зона с тростниковыми

зарослями и черноольховыми лесами и травяным низинным болотом) и ландшафты, которые подверглись интенсивному антропогенному воздействию (средняя зона и северные участки парка с посадками широколиственных пород деревьев, газонами, цветниками, формирующимися на антропогенно-преобразованных почвах).

Согласно ландшафтному районированию все южное побережье Финского залива, где размещается территория парка, относится к Приморскому ландшафтному району, который характеризуется чередованием террасированных водораздельных равнин, сложенных песками различного генезиса, моренными суглинками, и узких ложбин с ручьями и протоками (*Исаченко А. Г.* и др., 1965).

Территория парка расположена в пределах двух террас. Начиная от уреза воды, прослеживаются первая (литориновая) терраса с отметками от 0 до 3–4 м над уровнем моря и вторая терраса с отметками от 18 до 25 м над уровнем моря. В пределах первой террасы выделяется зона низменного побережья, затопляемая в период нагонов воды, называемая в литературе «современной террасой».

Узкая современная терраса сложена отложениями лимниевой стадии послеледниковой Балтики. Эти отложения представлены разнозернистыми и гравелистыми песками, обогащенными органическим веществом. На современной террасе мы наблюдаем несколько ландшафтов. Наиболее характерными из них являются марши. Марши — плавно уходящая под воду территория, заливаемая во время наводнений. Здесь формируются тростниковые заросли, под которыми развиты маршевые иловато-перегонные почвы. Эти почвы формируются при постоянном избыточном увлажнении: зеркало грунтовых вод в сухие периоды отступает на 30–40 см, а во влажные — поднимается к поверхности. В профиле выделяется заиленный песчаный гумусовый слабо развитый горизонт, скрепленный корнями влаголюбивой растительности, под которым залегают водонасыщенные сильно оглеенные пески. Во всех маршевых почвах обнаруживаются ракушки, линзы талассогенного органического вещества, отмечается запах сероводорода. В профиле маршевых почв, более удаленных от залива, присутствуют погребенные торфянистые или гумусовые

горизонты. Так как воды Финского залива пресные, маршевые почвы также не засолены.

Первая терраса представляет собой приморскую низину с волнистой или плоской поверхностью, местами осложненной мелкими гривками и западинами. Ширина первой террасы не более 500м. В ее основании лежат синие кембрийские глины, местами выходящие на поверхность, но в основном перекрытые литориновыми и древнебалтийскими песками, максимальная мощность которых достигает 1м. Доминируют слюдистые мелкозернистые литориновые пески, грязно-серые во влажном состоянии и желтовато-серые — в сухом, отличающиеся повышенным содержанием органического вещества. Древнебалтийские пески — средне- и крупнозернистые, желтовато-оранжевые. Древнебалтийские пески, как правило, перекрывают осадки Литоринового моря и встречаются локально. Разнообразие местоположений и почв, наблюдаемое на первой террасе, контролируется незначительными перепадами высоты и, соответственно, уровня грунтовых вод, а также степенью антропогенного влияния. Наиболее распространены на первой террасе ландшафты, охватывающие береговой вал, плоские пониженные участки, нижние пологие части литоринового уступа.

Береговой вал расположен на границе между современной и литориновой террасами. Его высота искусственно увеличена, чтобы ограничить площадь, по которой разливаются воды нагонных наводнений. На береговом валу сочетаются черноольшатники с разнотравным покровом и участки разнотравно-злакового луга. Здесь распространены дерновые слоистые песчаные почвы. В их профиле выделяется маломощный гумусово-аккумулятивный горизонт, под которым лежат песчаные слои, различающиеся по степени сортировки и размеру зерен. Нередко встречаются погребенные морскими наносами гумусовые горизонты.

Плоские пониженные участки характеризуются затрудненным дренажем. На них произрастают лиственные леса с напочвенным покровом из влаголюбивого разнотравья или заболоченные луга. Здесь представлены темногумусово-глеевые почвы на морских песках, подстилаемых кембрийскими глинами. Эти почвы характеризуются хорошо развитым супесчаным гумусовым или

перегнойным горизонтом, под которым залегает мокрый с охристыми разводами песок, подстилаемый сизой или зеленоватой кембрийской глиной. В неглубоких западинах с притоком минерализованных грунтовых вод распространены травяные болота с осоковыми или осоково-разнотравными ассоциациями на болотных торфянисто-глеевых и перегнойно-глеевых почвах. Мощность торфа достигает местами 40 см. Наиболее дренированные элементарные ландшафты первой террасы представляют собой грядобразные повышения, сложенные песками, покрытые смешанным лесом с разнотравным напочвенным покровом. Здесь формируются дерново-подзолы иллювиально-железистые глееватые.

В пределах первой террасы есть участки, активно трансформированные человеком. В парке к ним относятся приморский луг перед Дворцом и маленький сад на морском побережье. Поверхность Нижнего луга в девятнадцатом веке была искусственно поднята путем подсыпки грунта и неоднократно подвергалась вспашке. В настоящее время здесь под луговой растительностью представлены агростратоземы постагрогенные, состоящие из гумусового насыпного суглинистого горизонта мощностью 25–35 см, с включениями валунов, гальки и обломков кирпича. На бывшую распашку указывает четкая ровная нижняя граница гумусового горизонта. Ниже следует сформированный в насыпной толще горизонт ВG, мощностью около полуметра, желтовато-бурый с сизыми и охристыми пятнами, который залегает на погребенной дерново-глеевой почве на морских песках с типичным для нее строением профиля. Другой пример антропогенных почв и ландшафтов на первой террасе — яблоневый сад, расположенный на правом берегу р. Кристателька, недалеко от его устья. Здесь распространены агростратоземы постагрогенные легкосуглинистые на морских песках с мощностью насыпной толщи 58 см.

Вторая от Финского залива терраса имеет ширину 2–3 км и отделена от литориновой террасы уступом высотой 10–15 м. Ландшафты этого уступа представляют собой крутые и слабо пологие склоны, сложенные озерно-ледниковыми или делювиальными глинистыми отложениями, покрытые широколиственным лесом с разнотравным напочвенным покровом, а также

злаково-разнотравными лугами. Здесь преобладает комплекс смытых и намытых почв.

Вторая терраса характеризуется полого-волнистым рельефом. Плоские западинные участки чередуются с отдельными невысокими повышениями, особенно в центральной части. Почвообразующие породы представлены моренными суглинками, озерно-ледниковыми глинами и двучленами. Доминируют моренные суглинки — серовато-бурые или желтовато-серые, среднесуглинистые. В морене встречаются разной степени окатанности и различного размера обломки кристаллических пород — гранитов, гнейсов, диабазов. Также в морене встречаются угловатые обломки слюдястого песчаника, встречающегося в виде прослоев в подстилающей морену кембрийской глине. В нижней части моренная толща, общая мощность которой составляет от 0,8 до 2–3 м, содержит линзы и прослои кембрийской глины. Озерно-ледниковые (ленточные) глины в парке встречаются спорадически, выходя на поверхность в районе Литоринового уступа. Двучленные отложения — озерно-ледниковые пески, подстилаемые моренными суглинками, занимают около 7% от площади парка.

Доминирующим в пределах парка элементарным ландшафтом второй террасы являются слабоволнистые пониженные равнины, сложенные моренными суглинками, с затрудненным естественным дренажем, частично осушенные канавами, покрытые березовым и еловым лесом с травянистым напочвенным покровом. Преобладают дерново-подзолистые глееватые и глеевые, а также антропогенные почвы (стратифицированные и стратоземы). Среди почв чаще встречаются дерново-неглубоко- и глубоко-подзолистые глееватые. Гумусовый горизонт этих почв в парке, из-за практически повсеместного развития травянистого покрова, как правило, хорошо выражен, имеет мощность 15–25 см. Встречаются также перегнойно-подзолистые глееватые почвы (рис. 2). Почвы отличаются отчетливой текстурной дифференциацией профиля. В горизонте ВТ, ореховато-призматической структуры, хорошо выражены глинистые кутаны по трещинам и граням педов. Оглеение проявляется в сизоватых и охристых пятнах и разводах, наблюдаемых на лицевой стенке разреза.



Рис. 3. Стратозем



Рис. 2. Перегнойно — подзоли-
стая глееватая почва

Дренированные участки тяготеют к микроповышениям и верхним частям склонов, здесь произрастают еловые и широколи-

ственные леса на автоморфных дерново-подзолистых почвах и стратоземах на моренных суглинках. Северная часть террасы, от уступа до Кристателлевого пруда, дренирована лучше, чем южная, и доля почв нормального увлажнения здесь выше.

Антропогенные ландшафты и почвы приурочены к центральной аллее, побережью прудов, окрестностям дворца. Здесь отмечаются искусственно приподнятые и выровненные участки. Стратификация, т.е. подсыпка на поверхность почв аллохтонного материала, осуществлялась не только для придания художественной выразительности парку, но и для того, чтобы обеспечить лучший дренаж и более оптимальный водно-воздушный режим для насаждений парка. При мощности насыпного материала свыше 40 см почвы классифицируются как стратоземы (рис. 3), при меньшей мощности насыпки — попадают в категорию стратифицированных. В урбостратоземах толща насыпного материала обычно содержит множество артефактов: осколков кирпича, стекла, металлические предметы. Стратоземы и урбостратоземы могут быть сформированы на погребенной нативной почве, в этом случае под насыпной толщей вскрывается ее профиль. Стратоземы, сформированные целиком на минеральном субстрате, характерны для насыпных холмов, в этом случае под гумусовым насыпным горизонтом мощностью 10–25 см вскрывается слабо дифференцированная плотная толща суглинка, с осколками кирпича и угольками в качестве включений. Насыпные (пейзажные) холмы являются полностью рукотворными ландшафтами, здесь на стратоземах суглинистых распространены кленовники, липняки, ясенники, ельники со снытевым и снытево-разнотравным напочвенным покровом.

Эрозионная ложбина, по дну которой протекает р. Кристателька, с крутыми берегами и слабо выраженной поймой прорезает северную часть второй террасы. Здесь формируется овражный комплекс суглинистых смытых и сильно гумусированных песчаных намытых почв.

Южная часть второй террасы, от Кристателлевого пруда до полотна железной дороги, дренируется слабее. Ландшафты по облику приближаются к естественным южнотаежным. В растительном покрове возрастает удельный вес хвойных пород. В почвенном покрове доминируют дерново-глубокоподзоли-

стые глееватые почвы, развитые на моренных суглинках. Юго-восточный угол второй террасы занят неглубокими замкнутыми понижениями с перегнойно-подзолисто-глеевыми и болотными торфяно-глеевыми почвами.

Таким образом, парк Лейхтенбергского характеризуется сочетанием природных и антропогенно-преобразованных ландшафтов и почв. Главными природными факторами дифференциации облика ландшафтов этой территории являются почвообразующие породы и гидрологические условия. Длительное и многостороннее воздействие человека привело не только к значительному усложнению структуры почвенного покрова, возрастанию разнообразия растительного покрова, но и к трансформации гидрологического режима и отчасти — рельефа местности. Антропогенное преобразование исходных ландшафтов проявилось в выборочной рубке леса для создания декоративных лужаек и цветников, в посадках широколиственных (дуба, липы, клена) и хвойных (лиственницы, пихты) пород. Для осушения территории парка была прокопана сеть мелиоративных канав, осушению способствовала и созданная система искусственных прудов. Вынутый из прудов грунт использовался для сооружения насыпных пейзажных горок, а также для повышения уровня поверхности на прилегающих к прудам участках. Для повышения уровня первой террасы использовался привозной грунт. Антропогенной трансформации ландшафтов и почв способствовало и строительство дворца, а также других усадебных построек.

В настоящее время ландшафты парка развиваются преимущественно спонтанно, эволюционируя естественным образом. Современное воздействие человека проявляется в уходе за насаждениями (выборочные рубки, выкашивание лужаек и газонов) и — негативно — в рекреационной нагрузке. Система канав, осушающих лесные участки, частично обновлена несколько лет назад и сохраняет свою функциональность. В то же время пруды стали непроточными и быстро зарастают. Антропогенные почвы, в силу устойчивости морфологического строения профиля, длительно сохраняются в структуре почвенного покрова, в отличие от растительного покрова, динамика которого прослеживается на более кратких временных промежутках.

Литература

- Горбатенко С. Б.* Петергофская дорога. Историко-архитектурный путеводитель. СПб., 2002.
- Сб. Парк «Сергиевка» — комплексный памятник природы СПб., 2005 (коллектив авторов).
- Исаченко А. Г. Дашкевич З. З., Карнаухова Е. В.* Физико-географическое районирование Северо-Запада России. Л., 1965.

Восстановление растительности рекультивированных прудов южной части Лугового парка (Водопроводящая система фонтанов г. Петергофа)

В. Н. Рябова, В. А. Васильева

Санкт-Петербургский государственный университет

was.spb@mail.ru

Водные объекты Лугового парка — важнейшие элементы водоподводящей системы фонтанов (ВПСФ) г. Петергофа — уникальной самотечной гидросистемы, состоящей из 37 основных водных элементов: 12 рек и ручьев, 9 каналов, 16 прудов. Протяженность всех водотоков составляет 56 км.; площадь зеркала прудов — 97 га; общий полный объем прудов — 1411 тыс.куб.м. Самый крупный водоток в составе системы — расположенная в Ленобласти и принимающая родниковый сток многочисленных ручьев река Шинкарка (рыбохозяйственный водоем первой категории). На территории ее водосборного бассейна находится Луговой парк с достаточно протяженным участком Петергофского водовода, а также каскад связанных между собой соединительными каналами многочисленных прудов-водохранилищ. В состав каскада входят два исследованных авторами пруда — Церковный и Бабигонский, а также Руинный, Саперный, Орлиный, Запасный и др. (рисунок).

Основное назначение системы — обеспечение гарантированной подачи воды, пригодной для питьевого водоснабжения, всем расположенным на ее водосборе и за его пределами потребителям, важнейший из которых ГМЗ Петергоф с каскадами и фонтанами его дворцового комплекса.

Помимо водоснабжения большинство прудов ВПСФ г. Петергофа, расположенных в садово-парковой зоне или внутри жилых кварталов города, представляют ценность как ландшафтные водоемы и (или) относятся к категории рекреационных.

Более полувека, с 60-х годов 20-го столетия, практически все водные объекты ВПСФ г. Петергофа постоянно испытывают ан-

тропогенное воздействие различной природы и интенсивности, что негативно отражается на качестве воды, используемой для водоснабжения фонтанов и питьевого водоснабжения, а также на экологическом и техническом состоянии самой гидросистемы.

Широкомасштабные природовосстановительные работы, развернутые на прудах Лугового парка — Церковном — в 2009 г. и Бабигонском — в 2009–2010 гг. [1], явились продолжением комплекса мероприятий по восстановлению и оздоровлению прудов западной ветви ВПСФ г. Петергофа в 2004–2005 гг., что и определило основные направления предлагаемого исследования.

Главные цели данной работы:

Изучение особенностей естественного зарастания аккумуляционно-транзитных прудов-водохранилищ Лугового парка при широкомасштабных природовосстановительных работах;

Оценка эффективности осуществленных водоохранных мероприятий.

Материалы и методы исследования

Зарастание прудов ВПСФ г. Петергофа изучалось авторами в разные этапы их существования: до рекультивации и на начальном ее этапе — в Церковном и Бабигонском прудах (2005–2006 гг., 2009 г. — условно «фоновое» состояние); после природовосстановительных работ с первых лет заполнения водоемов (т. е. на начальной стадии восстановительной сукцессии) — в Церковном (2010–2011 гг. — первый и второй вегетационный сезоны) и Бабигонском (2011 г. — первый вегетационный сезон).

При полевых исследованиях учитывали: видовой состав и обилие прибрежно-водных растений (гелофиты и сопутствующие), растений с плавающими ассимиляционными органами (плейстофиты) и погруженных растений (гидатофиты); характер распределения в зависимости от неоднородности экологических условий в разных частях водоемов; степень зарастания водоемов.

Латинские названия видов указаны в соответствии со сводкой С. К. Черепанова [2]. Приведены также наиболее распространенные русские названия [3].

Основные эколого-биологические группы высших водных растений указаны в соответствии с классификацией И. М. Распопова [4].

Для экспресс-учета обилия видов использовали визуальную шкалу [5].

Для гидрботанической индикации пользовались списками видов-индикаторов трофических условий в водоемах [6,7,8,9,10] и списками индикаторов сапробности [11, 9,12,13,14,15].

Для количественной оценки близости флористического состава акваторий Церковного и Бабигонского прудов до и после рекультивации использовали индекс сходства Сёренсена [16].

$$K_s = 2c/(a+b),$$

где a и b — число видов в описаниях a и b ; c — число общих видов.

Для предварительной экспертной оценки характера и скорости восстановления растительного покрова в ходе рекультивации на обоих прудах выполнена фотофиксация зарастания наиболее репрезентативных участков водного зеркала и прибрежных мелководий (более 500 фотографий).

Краткая характеристика исследованных водоемов

Краткая характеристика исследованных водоемов, включающая главные морфометрические, эксплуатационные и другие характеристики [17,18,1], представлена в табл. 1.

На территории Лугового (Озеркового) парка верхними в каскаде прудов ВПСФ г. Петергофа являются расположенные у основания Бабигонской возвышенности пруды Церковный и Бабигонский. Оба пруда вытянуты с юго-востока на северо-запад, берега слабо изрезанные, имеются затишные места, нарастание глубины от берега постепенное. (фото 1).

Естественный Бабигонский пруд используется для водоснабжения фонтана «Самсон» и фонтанов Верхнего парка с 1735 г. В 1853 г. с той же целью выкопали Церковный пруд [19]. Путь воды к фонтанам начинается от карстовых родников северной краевой части Ижорского плато. Воды источников имеют слабощелочную реакцию, тип гидрокарбонатно-кальциево-магниевый, минерализация составляет 0,3–0,4г/л, общая жесткость

5,3–5,5 мг-экв/л. В водах родников содержание нитратов достигает 20 мг/л, а в прудах снижается до 3 мг/л [20,21].

Таблица 1

Характеристика прудов водоподводящей системы фонтанов (ВПСФ) г. Петергофа в Луговом парке

Параметры	Церковный пруд	Бабигонский пруд
Площадь зеркала, тыс. кв. м	37,5	102
Объем, тыс. куб. м	6,43	5,89
Ширина прибрежной полосы, м (лев/прав)	100/15	15/50
Происхождение	Искусственное	Естественное
Тип проточности	Проточный	Проточный
Тип водопользования	Рекреация	Ландшафтный водоем, рекреация
Уровень загрязнения (до рекультивации), S max	Бета-мезосапробные, умеренно-загрязненные воды 2.40	Бета-мезосапробные, умеренно-загрязненные воды 1.97
Мощность ила, м (до рекультивации)	0,33	0,06
Объем очистных работ, тыс. куб. м	19,0	
Плановые и фактические сроки очистки и восстановления водных объектов, годы	2009/2009	2009–2010/2009–2010

Примечание. S — сапробность по шкале Сладечека [134] (S – индекс сапробности [920]).



Фото. 1. Бабигонский и Церковный пруды

Благодаря системе шлюзов на Петергофском канале-водоводе и всех прудах ВПСФ осенью и зимой воду из прудов спускают до самого низкого уровня, а летом в многоводные и средние по водности годы они могут наполняться почти вровень с берегами. Однако до рекультивации глубины почти всех прудов не превышали 2-х метров.

Поступающая на фонтаны вода периодически терялась из-за ветхости водосдерживающих конструкций. ВПСФ ремонтировали в 1831–33 годах, 1850-х, 1934–35, 1960-х.

С 60-х годов прошлого столетия, кроме необходимости регулирования стока, возникла проблема обеспечения качества воды, связанная с нарастанием антропогенного воздействия, источниками которого являлись: сельскохозяйственное производство и сельские населенные пункты Ломоносовского района Ленинградской области, коммунальное хозяйство Петродворца. Из-за низкого уровня эксплуатации пруды подвергались сильному заилению продуктами распада интенсивно развивающейся водной растительности [17].

В последнее десятилетие прошлого века на отдельных участках ВПСФ, включая пруды-накопители, прослежена возросшая нагрузка вод биогенными элементами (азотом и фосфором), которая привела к повышению трофического уровня большей части водных объектов [22, 23, 24, 25, 20].

В целях восстановления водоподводящей системы фонтанов г. Петродворца в соответствии с «Планом мероприятий ...» [1], первоочередные широкомасштабные природовосстановительные работы на ВПСФ были развернуты летом 2009 г. на Церковном пруду, а зимой 2009–2010 гг. на Бабигонском. Восстановительные методы включали: отвод стока, спуск воды, углубление дна. Объем очистных работ по Церковному и Бабигонскому прудам составил 19 тыс.куб.м. В ходе рекультивации прудов как объектов рекреационного назначения производилось частичное восстановление береговых полос, формирование и укрепление береговых склонов, выравнивание и укрепление дна водоемов с помощью геотекстиля, георешетки и отсыпки щебнем.

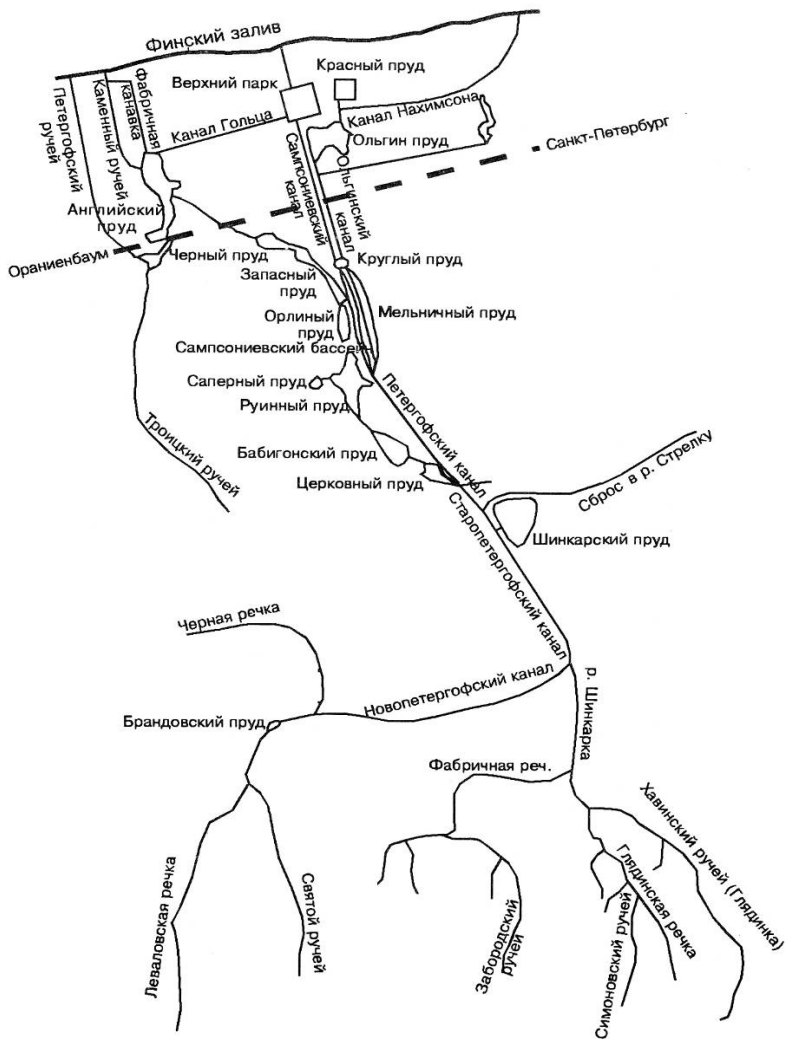


Схема водоподводящей системы г. Петергофа

Результаты исследований и их обсуждение

По материалам пятилетних исследований установлено, что в зарастании Церковного и Бабигонского прудов принимали участие более 50-ти видов макрофитов, относящихся к 41 роду из

33 семейств. Ведущей эколого-биологической группой являются прибрежно-водные растения (гелофиты и сопутствующие) — 36 видов. Наибольшее количество видов представлено в Церковном пруду — 51, в Бабигонском — 40.

Разнообразие условий обитания в водоемах, определяемое как особенностями гидрологических условий (морфологические особенности водоемов, динамические и химические факторы, степень проточности, донные отложения и т. п.), так и характером и масштабами проводимых природоохранных мероприятий, находит свое отражение в видовом богатстве основных эколого-биологических групп макрофитов. Следует отметить, что деление растений на различные эколого-биологические группировки, относительно условно, так как некоторые водные растения в зависимости от глубины произрастания образуют различные экологические формы.

Список наиболее характерных водных растений с указанием мест произрастания в прудах приведен в табл. 2. Поскольку в период наблюдений облик прибрежно-водной растительности нерекультивированных и рекультивированных прудов периодически был искажен таким механическим фактором, как скашивание, общий список видов растений, указанных в таблице, может быть не полным.

Таблица 2

Список видов макрофитов Церковного и Бабигонского прудов до и после рекультивации

№	Виды	Церковный Пруд			Бабигонский пруд	
		Ф	1-й ВС	2-й ВС	Ф	1-й ВС
I. Прибрежно-водные растения (гелофиты и сопутствующие)						
Сем. Alismataceae						
1	<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	+	+	–	+	+
2	<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+	–	+	–	+
Сем. Apiaceae						
3	<i>Archangelica officinalis</i> Hoffm.	+	–	–	+	–
4	<i>Cicuta virosa</i> L.	+	–	+	+	+

№	Виды	Церковный Пруд			Бабигонский пруд	
		Ф	1-й ВС	2-й ВС	Ф	1-й ВС
Сем. Asteraceae						
5	<i>Bidens cernua</i> L.	-	-	+	-	-
6	<i>Bidens tripartita</i> L.	+	-	+	-	-
7	<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	+	-	+	+	+
Сем. Boraginaceae						
8	<i>Myosotis palustris</i> (L.) L.	-	-	+	-	-
Сем. Cyperaceae						
9	<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem et Schult.	-	-	+	-	-
10	<i>Carex acuta</i> L.	+	-	-	+	-
11	<i>Carex rostrata</i> Stokes	+	-	-	+	-
12	<i>Scirpus lacustris</i> L.	+	+	+	+	+
13	<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	+	-	-	+	-
Сем. Equisetaceae						
14	<i>Equisetum fluviatile</i> L.	+	+	+	+	+
Сем. Hippuridaceae						
15	<i>Hippuris vulgaris</i> L.	+	-	-	+	-
Сем. Juncaceae						
16	<i>Juncus articulatus</i> L.	-	-	+	-	-
17	<i>Juncus filiformis</i> L.	-	-	+	-	-
Сем. Lamiaceae						
18	<i>Lycopus europaeus</i> L.	+	-	+	+	+
19	<i>Mentha arvensis</i> L.	+	+	+	+	+
20	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	+	-	+	+	+
Сем. Lythraceae						
21	<i>Lythrum salicaria</i> L.	+	-	+	+	+
Сем. Primulaceae						
22	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	+	-	+	+	+
23	<i>Epilobium palustre</i> L.	+	-	+	+	+
Сем. Primulaceae						
24	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	+	-	-	+	-

№	Виды	Церковный Пруд			Бабигонский пруд	
		Ф	1-й ВС	2-й ВС	Ф	1-й ВС
Сем. Poaceae						
25	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	+	+	+	+	+
26	<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rausch.	+	-	+	+	+
Сем. Polygonaceae						
27	<i>Polygonum amphibium</i> L.	+	-	-	+	-
28	<i>Rumex aquaticus</i> L.	+	-	-	+	-
29	<i>Caltha palustris</i> L.	+	-	+	+	+
30	<i>Thalictrum lucidum</i> L.	+	-	-	+	-
31	<i>Filipendula denudata</i> (J. et C. Presl) Fritsch	+	-	-	+	-
Сем. Rubiaceae						
32	<i>Galium palustre</i> L.	+	-	+	-	-
Сем. Scrophulariaceae						
33	<i>Veronica beccabunga</i> L.	+	+	+	-	-
Сем. Sparganiaceae						
34	<i>Sparganium erectum</i> L.	+	+	+	+	-
Сем. Typhaceae						
35	<i>Typha latifolia</i> L.	+	+	+	+	+
Сем. Valerianaceae						
36	<i>Valeriana officinalis</i> L.	+	-	-	+	-
II. Растения с плавающими ассимиляционными органами (плейстофиты)						
Сем. Lemnaceae						
1	<i>Lemna minor</i> L.	+	+	+	+	+
2	<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleid.	+	-	-	+	-
Сем. Nymphaeaceae						
3	<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith *	+	-	-	+	+
4	<i>Nymphaea candida</i> Presl *	-	-	-	+	-
Сем. Potamogetonaceae						
5	<i>Potamogeton natans</i> L. *	+	+	+	+	-
Сем. Sparganiaceae						

№	Виды	Церковный Пруд			Бабигонский пруд	
		Ф	1-й ВС	2-й ВС	Ф	1-й ВС
6	<i>Sparganium emersum</i> Rehm. *	+	+	+	+	–
III. Погруженные растения (гидатофиты)						
Сем. Haloragaceae						
1	<i>Myriophyllum spicatum</i> L. *	+	+	+	+	–
Сем. Hydrocharitaceae						
2	<i>Elodea canadensis</i> Michx. *	+	+	+	+	–
Сем. Lemnaceae						
3	<i>Lemna trisulca</i> L.	–	–	–	–	–
Сем. Lentibulariaceae						
4	<i>Utricularia vulgaris</i> L.	+	+	+	+	–
Сем. Potamogetonaceae						
5	<i>Potamogeton crispus</i> L. *	+	+	+	+	–
6	<i>Potamogeton pectinatus</i> L. *	+	+	+	+	+
7	<i>Potamogeton perfoliatus</i> L. *	+	+	+	+	+
Сем. Ranunculaceae						
8	<i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach *	–	+	+	+	+
Сем. Zannichelliaceae						
9	<i>Zannichellia palustris</i> L. *	–	–	+	–	–
Сем. Characeae						
10	<i>Chara vulgaris</i> L.	–	–	+	+	–

Примечание. * — укорененные плейстофиты и укорененные гидатофиты в разделах II и III соответственно. Ф — условно «фоновый» период (2005–2006, 2009), 1ВС — первый вегетационный сезон (Церковный пруд — 2010 г.; Бабигонский — 2011 г.), 2ВС — второй вегетационный сезон (Церковный пруд — 2011 г.)

Большинство из зарегистрированных водных растений было представлено широко распространенными в основном длинно-корневищными многолетниками, отличающимися достаточно широкой экологической амплитудой и способными к активному вегетативному размножению.

Как известно, успешность зарастания техногенно нарушенных территорий (акваторий) зависит не столько от большого числа видов, заселяющих нарушенные территории, сколько от массо-

вых видов, которые формируют основу растительного покрова. Кроме того, для формирования растительности водохранилищ (или рекультивированных водоемов) важное значение имеет наличие зачатков водной растительности на залитой водой территории или их поступление со стоком из вышележащих участков гидросистемы [9, 26, 27].

Изменение количества видов основных эколого-биологических групп водных макрофитов в нереккультивированных и рекультивированных Церковном и Бабигонском прудах представлено в табл. 3.

Таблица 3

Количество видов макрофитов Церковного и Бабигонского прудов до и после рекультивации

Эколого-биологические группы	Церковный пруд			Бабигонский пруд	
	Ф	1ВС	2ВС	Фон	1ВС
Гелофиты и сопутствующие	31	8	27	26	15
Плейстофиты	5	3	3	6	2
Гидатофиты	8	7	9	8	3
Общее число видов	44	18	39	40	20

Примечание. Ф — условно «фонный» период, 1ВС — первый вегетационный сезон, 2ВС — второй вегетационный сезон.

Для сравнения укажем, что в небольшом (площадь водного зеркала 12 тыс.м.кв.), расположенном на заболоченном водосборе Троицкого ручья и принимающем его сток, рекультивированном Черном пруду (западная ветвь ВПСФ) в зарастании участвовали: в первый вегетационный сезон (2006 г.) — 7 видов водных высших растений, во второй (2007 г.) — 28, в третий (2008 г.) — 34 [27]. Для Черного пруда уже к концу первого вегетационного периода зарегистрирован факт быстрого развития гидатофитов. Низкое видовое разнообразие было вызвано агрессивным развитием одного вида — бета-мезосапроба и эвтрафента элодеи канадской, чистые заросли которой опоясывали периметр пруда шириной от 1 до 3 метров.

Церковный пруд. (фото 2). Изучение зарастания Церковного пруда проводилось в течение 5 лет (2005–2006, 2009–2011 гг.).

В условно «фоновый» (дорекультивационный) период видовой состав макрофитов был весьма богат — 44 вида: 31 вид — прибрежно-водные растения, 5 — растения с плавающими ассимиляционными органами, 8 — погруженные растения (табл. 2, 3).

По периметру пруда на прибрежном мелководье из прибрежно-водных растений доминировали: ежеголовник прямой (*Sparganium erectum*), хвощ речной (*Equisetum fluviatile*), осока острая (*Carex acuta*); встречались многочисленные экземпляры тростника обыкновенного (*Phragmites australis*), двукисточника тростникового (*Phalaroides arundinacea*), частухи подорожниковой (*Alisma plantago-aquatica*), дягиля аптечного (*Archangelica officinalis*) и др.

Наиболее характерная черта Церковного пруда — сплошное практически 100%-ое, зарастание водного зеркала и дна массовыми видами плейстофитов и гидатофитов: произрастающими в воде на течении — рдестом плавающим (*Potamogeton natans*), ежеголовником всплывающим (*Sparganium emersum*), образующей подводные луга элодеей канадской (*Elodea canadensis*), а также зелеными нитчатými водорослями (*Spirogyra*, *Cladophora*, *Ulothrix* и др.), как правило, свидетельствующими о высокой обеспеченности водоема биогенами и, в первую очередь, азотом.

Сплошное зарастание поверхности и дна водоема способствовало формированию застойных зон, замедлению водообмена, усилению вторичного (биологического) загрязнения, ускорению накопления донных отложений, нарушению эстетического восприятия водоема. Для стимуляции механизмов самоочищения водоема требовался соответствующий комплекс водоохраных мероприятий (дноочистка, дноуглубление, ландшафтная рекультивация).

По материалам исследований, проведенных в 2010 и 2011 гг., установлено, что в зарастании рекультивированного пруда приняли участие 18 и 39 видов макрофитов соответственно, из них прибрежно-водных 8 и 27, растений с плавающими ассимиляционными органами — 3 и 3, погруженных — 7 и 9 (табл. 2, 3).



Фото. 2. Церковный пруд

Сплошное зарастание поверхности и дна водоема способствовало формированию застойных зон, замедлению водообмена, усилению вторичного (биологического) загрязнения, ускорению накопления донных отложений, нарушению эстетического восприятия водоема. Для стимуляции механизмов самоочищения водоема требовался соответствующий комплекс водоохраных мероприятий (дноочистка, дноуглубление, ландшафтная рекультивация).

По материалам исследований, проведенных в 2010 и 2011 гг., установлено, что в зарастании рекультивированного пруда приняли участие 18 и 39 видов макрофитов соответственно, из них прибрежно-водных 8 и 27, растений с плавающими ассимиляционными органами — 3 и 3, погруженных — 7 и 9 (табл. 2, 3).

В 2010 г., в первый вегетационный сезон после рекультивации водоема, «пионерными видами» оказались: из типично водных растений (гелофитов) — крупные и высокие: *Phragmites australis*,

Typha latifolia, *Scirpus lacustris*, а также довольно крупные — *Alisma plantago-aquatica*, *Sparganium erectum*, *Equisetum fluviatile*, куртинки которых начали занимать прибрежные отмели юго-восточной части пруда и западного побережья; из плейстофитов — неукорененная *Lemna minor* (в затишных местах небольшими пятнами среди гелофитов), а также немногочисленные экземпляры *Potamogeton natans* и *Sparganium emersum*; из гидатофитов — все виды, встречавшиеся в нерекультивированном пруду, за исключением предпочитающей стоячие водоемы и легко выносящейся течением *Lemna trisulca* (табл. 2, 3).

В 2011 г., во второй вегетационный период после рекультивации, список макрофитов Церковного пруда увеличился еще на 21 вид, в основном за счет мозаично рассеянных на увлажненных берегах и в воде у берегов растений гигрофитов: *Cicuta virosa*, *Lythrum salicaria*, *Lycopus europaeus*, *Bidens tripartite*, *Scutellaria galericulata*, *Caltha palustris*, *Epilobium palustre* и др. (табл. 2, 3).

Отдельную группу составили растения, до рекультивации в составе растительных группировок не встречавшиеся — невысокие (10–60 см.) корневищные многолетники: *Eleocharis palustris*, *Juncus articulatus*, *Myosotis palustris*, а также имеющий мочковатую корневую систему однолетник *Bidens cernua*.

Растения с плавающими ассимиляционными органами и погруженные растения были представлены тремя и девятью видами соответственно (табл. 2, 3). По сравнению с дорекультивационным периодом, с первого вегетационного сезона видовой состав плейстофитов сократился за счет активного деструктора поллютантов многокоренника (*Spirodela polyrhiza*), а также индикатора зон со слабой гидродинамической активностью кубышки желтой (*Nuphar lutea*). Со второго вегетационного сезона в составе гидрофитов появились занникеллия болотная (*Zannichellia palustris*) и харовые водоросли (*Chara vulgaris*), растущие в водоемах, обогащенных бикарбонатами.

Бабигонский пруд. (фото 3). Как показало исследование, проведенное в условно «фоновый» период (2005–2006, 2009 гг.), в зарастании нерекультивированного пруда принимали участие 40 видов макрофитов: 26 — прибрежно-водные растения, 6 — растения с плавающими ассимиляционными органами, 8 — по-

груженные растения. Наряду с водными высшими растениями в прибрежной зоне пруда встречались харовые и нитчатые водоросли (табл. 2, 3).

В Бабигонском пруду по типу зарастания выделялась северная его часть. В дорекультивационный период зарастания водной поверхности в этой части пруда не наблюдалось.

Из прибрежно-водных растений почти по всему периметру пруда и, особенно в его южной части, принимающей сток из Церковного, сформировались густые заросли *Phragmites australis*, в центре и мозаично по акватории сильно разросся *Scirpus lacustris* (островками), на левобережном мелководье — *Equisetum fluviatile*, *Sparganium erectum*, *Carex acuta*.

Из растений с плавающими ассимиляционными органами на большей части акватории доминировал *Potamogeton natans*, довольно часто и в массе встречались *Nuphar lutea* и *Sparganium emersum*.



Фото. 3. Бабигонский пруд

В толще воды наибольшего развития достигали гидрофиты: *Myriophyllum spicatum*, *Elodea canadensis*, а также крупнолистные и широколистные рдесты (*Potamogeton crispus* и *Potamogeton perfoliatus*).

В пользу реконструкции Бабигонского пруда свидетельствовали те же факты, что и для Церковного: зарастание дна, ухудшение водообмена, вторичное (биологическое) загрязнение, снижение эстетической ценности водоема.

В 2011 г., в первый вегетационный сезон после рекультивации, первыми поселенцами оказались 20 видов макрофитов, из них: прибрежно-водных 15, плейстофитов — 2, гидатофитов — 3 (табл. 2, 3).

Анализируя списки видов прибрежно-водных растений в некультивированном Бабигонском пруду и после завершения широкомасштабных природовосстановительных работ установлено, что общими видами являются начавшие активно занимать прежние местообитания земноводные растения — *Phragmites australis*, *Equisetum fluviatile*, *Scirpus lacustris*, *Typha latifolia*, *Alisma plantago-aquatica* и растения гидрофиты — *Cicuta virosa*, *Lythrum salicaria*, *Lycopus europaeus*, *Scutellaria galericulata*, *Epilobium palustre* и др. (табл. 2).

Зарегистрирован факт снижения видового разнообразия для плейстофитов с 6 видов до 2 (*Lemna minor*, *Nuphar lutea*); для гидатофитов — с 7 видов до 3 (*Batrachium circinatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton pectinatus*).

Для более объективной оценки сходства видовых списков гелофитов, плейстофитов и наиболее тесно связанных с водной средой гидатофитов Церковного пруда в условно «фоновый» (дорекультивационный) период и по завершении природовосстановительных работ (в первый и второй вегетационные сезоны), применен коэффициент сходства Серенсена (табл. 4).

Анализ вторичных матриц позволил установить, что для прибрежно-водных растений наиболее высокие коэффициенты сходства получены между «фоновыми» данными и вторым вегетационным сезоном ($K_s = 0,76$) (табл. 4А); для растений с плавающими ассимиляционными органами — между первым и вторым вегетационными сезонами ($K_s = 1,00$) (табл. 4Б); для

погруженных растений — между фоновыми данными и первым вегетационным сезоном ($K_s = 0,93$) (табл. 4B).

Таблица 4

Вторичные матрицы для гелофитов (А), плейстофитов (Б), гидатофитов (В) по индексу сходства Серенсена.

А				Б				В			
	Ф	1BC	2BC		Ф	1BC	2BC		Ф	1BC	2BC
Ф	-			Ф	-			Ф	-		
1BC	0,41	-		1BC	0,75	-		1BC	0,93	-	
2BC	0,76	0,46	-	2BC	0,75	1,00	-	2BC	0,82	0,88	-

Примечание. Условные обозначения те же, что и в табл. 3.

Для коэффициентов сходства видовых списков основных эколого-биологических групп макрофитов между «фоновыми» данными и вторым вегетационным сезоном можно составить ряд по убыванию: $K_s = 0,82$ — для гидатофитов; $K_s = 0,76$ — для гелофитов; $K_s = 0,75$ — для плейстофитов (табл. 4).

Таким образом, анализ вторичных матриц свидетельствует, что рекультивационные мероприятия меньше всего отразились на видовом разнообразии погруженных растений, и несколько более значительно на прибрежно-водных растениях и растениях с плавающими ассимиляционными органами.

Для Бабигонского пруда попарное сравнение видовых списков основных эколого-биологических групп макрофитов выполненное также с помощью коэффициентов сходства Серенсена, позволило установить, что в первый вегетационный сезон рекультивационные мероприятия меньше всего отразились на видовом разнообразии гелофитов и сопутствующих — $K_s=0,73$; для плейстофитов и гидатофитов — $K_s=0,50$ и $0,55$ соответственно.

Основываясь на исследованиях авторов по зарастанию естественных и техногенно трансформированных водоемов можно утверждать, что и Церковный и Бабигонский пруды-накопители относятся к водоемам с весьма благоприятными условиями для восстановления и развития макрофитов. Средняя глубина прудов около 2 м., в то время как нижней границей расселения высших водных растений на многих водохранилищах бывшего СССР является глубина 2–2,5 м и более [28,29,9].

Развитию и размещению растительности в прудах способствует неоднородность экологических условий различных их частей, наличие затишных участков и проточности, тип донных отложений, химические факторы, включая повышенное содержание биогенных элементов, поступающих в ВПСФ с ключевой водой в зоне выклинивания ордовикского водоносного горизонта и вымываемых в пределах зоны поверхностного водосбора из окультуренных земель и т. п. [27,20].

В Церковном пруду тип зарастания в конце второго вегетационного сезона после рекультивации больше соответствовал переходному от фрагментарного к бордюрному, так как водные растения размещаются практически вдоль всей линии берега. В центральной части водного зеркала Церковного пруда были видны пятна растений с плавающими листьями — в основном *Potamogeton natans*.

Тип зарастания, отражающий картину размещения растительности в Бабигонском пруду в конце первого вегетационного сезона после рекультивации, оценивается как рассеянно-пятнистый или фрагментарный.

Степень зарастания обоих прудов по пятиразрядной шкале [9] соответствует второй группе (зарастание небольшое, 3–10%).

Новые биотопы успешно освоили растения с быстрым ростом и высокой скоростью вегетативного размножения. Анализ размещения ранних сукцессионных видов показал, что наиболее активно заселяют оба рекультивированных пруда следующие виды: из гелофитов — *Phragmites australis*, *Equisetum fluviatile*, *Alisma plantago-aquatica*, *Typha latifolia*, *Scirpus lacustris*; из плейстофитов — *Lemna minor*; из гидатофитов — *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*, *Batrachium circinatum*; Церковный пруд — *Sparganium erectum*, *P. natans*, *Sparganium emersum*, *Elodea canadensis*, *Myriophyllum spicatum*, *P. crispus*, *Utricularia vulgaris*; Бабигонский пруд — *Nuphar lutea* (табл. 5).

Еще одна отличительная черта обоих рекультивированных прудов Лугового парка — наличие на погруженных макрофитах зеленых нитчатых водорослей (*Stigioclonium tenue*, *Vaucheria geminata*, *Cladophora glomerata*, *Spirogyra* sp.), появляющихся в результате повышенного поступления биогенов с водосбора.

Литературные источники свидетельствуют, что наиболее отражает общее состояние водоема и изменения экологических условий в нем погруженная растительность. Она особенно тесно связана с окружающей водной средой и меньше других подвергается мешающим механическим факторам (влиянию ветра и волнения, прямому воздействию животных и человека). Большую роль при биоиндикации вод играет наличие определенных видов-индикаторов, позволяющих в первом приближении при визуальном обследовании водоема определить его статус [6, 7].

Как видно из табл. 5, в погруженной растительности обоих рекультивированных прудов процветают элодеиды — высокорослые растения, в той или иной степени прикрепленные ко дну и поднимающие свои верхушки к поверхности воды. Элодеиды характеризуются интенсивным ростом и, соответственно, интенсивным обменом веществ и повышенными требованиями относительно содержания минеральных веществ в воде и грунтах.

Таблица 5

Визуальная оценка обилия ранних сукцессионных видов рекультивированных прудов Лугового парка (выборка).

Виды	Церковный пруд		Бабигонский пруд
	1BC (2010)	2BC (2011)	1BC (2011)
Гелофиты			
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	++	++	+
<i>Equisetum fluviatile</i> L.	++	++	++
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	++	++	++
<i>Typha latifolia</i> L.	++	++	+
<i>Scirpus lacustris</i> L.	+	++	+
<i>Sparganium erectum</i> L.	++	++	-
Плейстофиты			
<i>Lemna minor</i> L.	++	++	+
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Smith	-	-	++
<i>Potamogeton natans</i> L.	++	+++	-
<i>Sparganium emersum</i> Rehm.	++	++	-
Гидатофиты			
<i>Batrachium circinatum</i> (Sibth.) Spach	+	++	+
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	++	+++	-
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	+	++	-

Виды	Церковный пруд		Бабигонский пруд
	1BC (2010)	2BC (2011)	1BC (2011)
<i>Potamogeton crispus</i> L.	++	+++	
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	++	++	++
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	++	+++	++
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	+	++	-

Примечание. «+» — отдельные экземпляры; «++» — немного; «+++» — много. 1BC — первый вегетационный сезон после рекультивации; 2BC — второй вегетационный сезон после рекультивации.

Пруды Лугового парка, питающиеся жесткими (известковыми) водами многочисленных ключей в верховьях ВПСФ, как раз и соответствуют необходимым условиям.

При использовании погруженных растений как экспресс-индикаторов степени загрязнения вод органическими веществами установлено, что все обнаруженные ранние сукцессионные виды гидатофитов являются индикаторами сапробности.

Бета-мезосапробами являются: *Potamogeton perfoliatus* (индикаторная значимость вида $s = 1.7$; индикаторный вес $J = 4$), *Potamogeton crispus* ($s = 1.8$; $J = 4$), *Elodea canadensis* ($s = 1.85$; $J = 3$), обилие которых в Церковном пруду во второй вегетационный сезон может быть оценено как много (+++).

За исключением альфа-мезосапроба (альфа-бета-мезосапроба) *Potamogeton pectinatus* ($s = 2,6$; $J = 3$) представленного в обоих прудах немногочисленными экземплярами (++) , менее обильные виды — *Myriophyllum spicatum* ($s = 1.8$; $J = 4$), *Utricularia vulgaris* ($s = 1.8$; $J = 4$), *Batrachium circinatum* также относятся к группе видов, которые лучше развиваются в умеренно загрязненных водах третьего класса качества.

Оценивая трофический уровень Церковного и Бабигонского прудов следует подчеркнуть, что большинство элодеидов известно как «эвтрафенты» (термин Linkola, 1933, цит. по: Мязметс, 1980 [6]). Некоторые из них, например, встречающиеся в обоих прудах *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*, *Batrachium circinatum* и, в известной степени, *Potamogeton pectinatus* наиболее интенсивно развиваются в водоемах, испытывающих постоянный, но

умеренный приток биогенных веществ. Именно в таких водоемах они встречаются в наибольшем количестве. Благоприятные условия для произрастания на отдельных участках Церковного пруда находит и индикатор накопления органических соединений в донных отложениях — *Utricularia vulgaris*. В то же время в рекультивированном Церковном пруду привлекает внимание появление харовых водорослей, развитие и распространение которых ограничивается содержанием фосфора в воде более 20 мкг/л [10]. Таким образом, перечисленные ранние сукцессионные виды (растения-индикаторы) в основном указывают на мезотрофию и эвтрофию изученных Церковного и Бабигонского прудов.

Среди «пионерных» видов плейстофитов, общим для Церковного и Бабигонского прудов является лишь один общепризнанный индикатор изменения качества воды, представленная немногочисленными экземплярами (++) бета-мезосапроб и эвтрафент ряска малая (*Lemna minor*) ($s = 2,25$; $J = 3$) (табл. 5).

По мнению ряда авторов именно лемниды с одной стороны наиболее тесно связаны с содержанием биогенов в воде и могли бы быть отличными показателями состояния водоема, с другой — их редкость в эвтрофных водоемах может объясняться либо слабой минерализацией воды, либо чувствительностью к волнению [6,9].

Обнаруженные в Церковном пруду *Potamogeton natans* ($s = 2$) и в Бабигонском — *Nuphar lutea* ($s = 2$) — бета-мезосапробы, тяготеющие к эвтрофным водоемам, вода которых имеет повышенную минерализацию и обогащена биогенами. Существенными факторами для этих видов также являются защищенность от волнения и ветра и характер грунта.

Преимущественное развитие в обоих прудах ранних сукцессионных видов — бета-мезосапробов позволяет ориентировочно классифицировать воды рекультивированных Церковного и Бабигонского прудов как умеренно загрязненные 3-го класса качества.

Принимая во внимание, что еще в начале 1990-х, используя организмы отдельных экологических группировок (фитопланктон, зоопланктон, макрозообентос) как индикаторы степени загрязнения вод органическими веществами, было установлено, что ниже шлюза Шинкарского пруда большинство водотоков

и водоемов имели индекс сапробности в диапазоне 1,6–2,5 — бета-мезосапробные умеренно загрязненные воды 3-го класса качества [18,24].

Оценивая характер происходящих в рекультивированных прудах изменений, нельзя не учесть, что и через два десятилетия, по крайней мере, на начальном этапе восстановительной сукцессии, уровень загрязнения прудов органическими веществами остается прежним.

Говоря о гелофитах — пионерах зарастания обоих рекультивированных прудов, подчеркнем, что они представлены широко распространенными многолетними корневищными растениями, несмотря на дноочистку и дноуглубление активно занимающими свои бывшие местообитания в прибрежье и по всей акватории Церковного и Бабигонского прудов. Растут до глубины: 0,3–0,5 м — *Alisma plantago-aquatica*; 1 м — *Equisetum fluviatile*, *Sparganium erectum* (в Церковном пруду); 1,5–2 м — *Typha latifolia*, *Scirpus lacustris*; глубина, на которую распространяется *Phragmites australis* достигает 2–3 метров.

Хорошо известно, что процесс развития сообщества в мелководных экосистемах (прудах и небольших озерах) обычно осложняется сильным притоком веществ и энергии, который может ускорить, остановить или повернуть вспять нормальное течение развития сообщества, т. е. такое развитие, какое наблюдалось бы без этого сильного аллогенного воздействия [30].

Поскольку после рекультивации биогены в Церковный пруд поступают извне со стоком Петергофского канала, а в Бабигонский — из вышележащего Церковного, процесс развития растительных сообществ в этих водоемах представляет собой сложное взаимодействие аутогенной (самопорождающейся) и аллогенной (порожденной извне) сукцессии.

Переходя к обсуждению эффективности осуществленных на прудах ВПСФ оздоровительных мероприятий, следует подчеркнуть, что на обоих прудах основной объем работы был выполнен на геотехнической стадии и включал наиболее распространенные на сегодняшний день дноочистку и частичное дноукрепление. Однако, из литературных источников известно [5], что во многих случаях перечисленные меры не приводят к ожидаемому

улучшению экологического состояния водоема, так как часто величина поступления загрязняющих и биогенных веществ из донных отложений в водную массу водоема незначительна по сравнению с поступлением из других источников, таких как склоновый сток, атмосферные выпадения, а в случае ВПСФ — из вышележащих участков гидросистемы.

Заключение

Процессы активного зарастания Церковного и Бабигонского прудов-водохранилищ зарегистрированы с первого вегетационного сезона после рекультивации. Оба пруда оказались водоемами с благоприятными условиями для восстановления и развития водных макрофитов.

Быстрое зарастание обоих прудов обусловлено комплексом факторов:

- особенностями гидролого-гидрохимического режима водоема, формирующегося под влиянием Ижорского месторождения подземных вод (высокое содержание минеральных и органических соединений, слабая защищенность от поверхностного загрязнения);
- составом и объемами работ на геотехнической стадии рекультивации (оздоровительные мероприятия, примененные городскими службами — дноочистка и частичное дно- и берегоукрепление);
- отсутствием изоляции от нерекультивированных вышерасположенных участков ВПСФ (через систему шлюзов пруды Лугового парка периодически принимают воды множества рек, ручьев, а также двух прудов — Шинкарского — на водосборе реки Шинкарки и Брандовского — на водосборе Леваловской речки и Святого ручья);
- наличием источников формирования водной растительности (практически постоянный приток воды из Петергофского канала в пруды Лугового парка, нерекультивированные участки береговой линии Церковного и Бабигонского прудов, участки рекультивированных прудов с произрастающими на них растениями).

Пионерами зарастания Церковного и Бабигонского прудов являются многолетние растения с быстрым ростом и высокой

скоростью вегетативного размножения: ряска малая, элодея канадская, а также многолетние растения, способные образовывать густые заросли и обладающие длинными, ползучими корневищами: рдест плавающий, рдест курчавый, рдест стеблеобъемлющий, хвощ речной, тростник обыкновенный.

Учитывая тип водопользования прудов (ландшафтный и (или) рекреационный) можно отметить, что эффективность рекультивации в отношении борьбы с зарастанием, а также удовлетворения эстетических потребностей человека низка. Наряду с нитчатками, это касается пионерных видов высокорослых гидатофитов, во время цветения которых (июнь — август) их генеративные органы поднимаются из воды над зеркалом обоих рекультивированных прудов как в прибрежье, так и в центральной части.

При разработке стратегии водоохранных мероприятий необходимо иметь в виду, что первоочередной мерой должна быть не ликвидация негативных для водоема последствий антропогенного воздействия, а устранения причин приведших к ним. Рассматриваемая проблема может быть решена лишь в результате реализации комплекса мер как на водосборном бассейне (внешние меры), так и в самом водоеме (внутренняя мера). По нашему мнению, реальный путь снижения антропогенной нагрузки на ВПСФ г. Петергофа был намечен еще в конце 1990-х гг. [31] — создание комплексного (ландшафтного) государственного природного заказника.

Литература

- Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 09.10.2008 № 1255. О Плана мероприятий по восстановлению водоподводящей системы фонтанов г. Петродворца на 2009–2011 годы. <http://www.bestpravo.ru/leningradskaya/dg-instrukcii/f3g.htm>
- Черепанов С. К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. СПб. 1995. 900 с.
- Определитель высших растений Северо-Запада Европейской части РСФСР. / под ред. С. А. Миняева, Н. И. Орловой, В. М. Шмидта. Л., 1981. 376 с.

- Распопов И. М.* Высшая водная растительность больших озер Северо-запада СССР. Л.: 1985. 200 с.
- Румянцев В. А., Игнатьева Н. В.* Система ранней диагностики кризисных экологических ситуаций на водоемах. СПб.: ВВМ, 2006. 152 с.
- Мяэметс А. А.* Изменения высшей водной растительности. В кн.: Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука, 1980. С. 77–85.
- Семин В. А., Фрейндлинг А. В.* Макрофиты и их место в системе экологического мониторинга. В кн.: Научные основы биомониторинга пресноводных экосистем. Тр. сов.-франц. симпозиума. Астрахань, 9–12 сентября 1988 г. Л.: Гидрометеиздат, 1988. С. 95–104.
- Фрейндлинг А. В.* К вопросу использования макрофитов как индикаторов качества вод (на примере озер южной Карелии). В кн.: Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Тр. Всес. конф. Москва, 1–3 ноября 1978 г. Л.: Гидрометеиздат, 1981. С. 154–159.
- Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В. А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.
- Распопов И. М.* Виды макрофитов как индикаторы природной среды // Тез. докл. Междунар. конф.: Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. СПб. 2006. С. 126–127.
- Макрушин А. В.* Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения. Л.: ЗИН АН СССР, Всес. гидробиол. об-во, 1974. 53 с.
- Кокин К. А.* Экология высших водных растений. М.: Изд-во МГУ, 1982. 160 с.
- Белавская А. П.* Характеристика растительности прибрежий. В кн.: Невская губа: гидробиологические исследования / Под ред. Г. Г. Винберга, Б. Л. Гутельмахера. Л.: Наука, 1987. С. 66–69.
- Катанская В. М.* Высшая водная растительность. В кн.: Методические аспекты лимнологического мониторинга. Л.: Наука, 1988. С. 102–113.

- Kurimo I.* Effekt of pollution on the aquatic macroflora of the Varkaus area, Finish Lake // *Ann. Bot. Fennica*. 1970. N7. P. 68–74.
- Максимов В. Н.* Метрологические свойства индексов сходства (в приложении к биологическому анализу качества воды) // Разработка и внедрение на комплексных фоновых станциях методов биологического мониторинга. Рига, 1983. Т. 1. С. 77–84.
- Схема реконструкции и улучшения состояния водоподводящей системы г. Петродворца. НПО Ленмелиорация. Ленгиприводхоз. Л. 1990. 28 с.
- Жаковщикова Т. К., Козыренко Т. Ф.* Альгологические исследования водоподводящей системы Петродворцового паркового комплекса // *Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер.3: Биология*. 1994. Вып.4, № 24. С. 62–68.
- Архипов Н. И., Раскин А. Г.* Петродворец. М.-Л.: Искусство, 1961. 332 с.
- Воронов А. Н.* Родники Ижорского плато — основа питания петергофских фонтанов // *Мат-лы. Международ. научно-метод. конф.: Экология г. Петергофа — наукограда РФ и сопредельных территорий*. СПб.: ВВМ, 2006. С. 14–21.
- Кравченко Н. С., Воронов А. Н.* Новые данные о составе вод водоподводящей системы Петергофских фонтанов // *Мат-лы регион. молод. научн. конф. «Экологическая школа в г. Петергофе — наукограде РФ: Проблемы национального сектора Балтийского региона и пути их решения»*. СПб.: Золотое Сечение, 2007. С. 166.
- Осипов Д. В., Рябова В. Н., Глотов Н. В., Матинян Н. Н., Герасименко Г. Г., Ильинский И. В., Федоров В. А.* Методология формирования программы комплексных биоэкологических исследований экосистем южного побережья Финского залива. // *Журн. Эколог. химии*. 1993. № 3. С. 219–230.
- Ossipov D. V., Ryabova V. N., Glotov N. V., Matinyan N. N., Gerasimenko G. G., Iljinsky I. V. and Fedorov V. A.* Complex ecology investigation program of the Southern coast of the Gulf of Finland // *J. Ecol. Chem*. 1994. N3(1). P. 39–48.
- Рябова В. Н.* Особенности формирования качества воды в водоподводящей системе г. Петродворца // *Экологическое*

- состояние водоемов и водотоков бассейна реки Невы. СПб.: Научный Центр РАН, 1996. С. 53–67.
- Шевченко В. Д.* Гигиеническая оценка состояния загрязнения воды открытых водоемов и источников водоснабжения в Петродворцовом районе Санкт-Петербурга. СПб. 2002. 4 с.
- Сумина О. И.* Восстановление растительности нарушенных территорий: фундаментальный и практический аспекты исследования первичных сукцессий // Мат-лы регион. молод. научн. конф. «Экологическая школа в г. Петергофе — наукограде РФ: Проблемы национального сектора Балтийского региона и пути их решения». СПб.: Золотое Сечение, 2007. С. 79–93.
- Рябова В. Н., Васильева В. А.* Восстановление растительности рекультивированных прудов западной ветви водоподводящей системы г. Петергофа // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер.3: Биология. 2009. Вып. 3. С. 146–157.
- Зеров К. К.* Мелководья Днепровских водохранилищ // Гидробиол. журн. 1972. Т. 8, № 2. С. 15–21.
- Катанская В. М.* Растительность водохранилищ — охладителей тепловых электростанций Советского Союза. Л., 1979. 279 с.
- Одум Ю.* Экология. М., 1986. Т. 2. 376 с.
- Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2000 году / под ред. Д. А. Голубева, Н. Д. Сорокина. СПб., 2001. 452 с.

Роль повторяющихся генома в эволюции половых хромосом птиц

А. Ф. Сайфитдинова^{1,2,3}, С. А. Галкина^{1,2}, Е. Р. Гагинская¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет;

²Санкт-Петербургский союз ученых

³Международный центр репродуктивной медицины

a.saifitdinova@spbu.ru

Аннотация

Одним из основных постулатов теории происхождения видов путем естественного отбора Чарльза Дарвина является свойственная всем биологическим организмам индивидуальная наследственная изменчивость. Результаты проектов по расшифровке геномов модельных организмов показали, что высоко консервативна лишь небольшая часть геномов, включающая белок-кодирующие последовательности и отдельные последовательности, с которых транскрибируются длинные некодирующие РНК, а также короткие регуляторные и структурные участки. Остальная же часть генома значительно более пластична. Данные последних лет убедительно свидетельствуют о том, что при высоком уровне транскрипции увеличивается степень ко-транскрипционного мутагенеза исходной матричной ДНК. У организмов с гипертранскрипционным типом оогенеза на стадии диплотены первого деления мейоза интенсивность транскрипции достигает своих максимальных значений, при этом наивысшего уровня достигает транскрипция повторяющихся элементов генома, не кодирующих белковые молекулы. Исследование спектра транскрибирующихся последовательностей представляет интерес как с точки зрения роли этих РНК в дальнейшем развитии так и с точки зрения их участия в обеспечении индивидуальной наследственной изменчивости организмов. В настоящей работе мы проанализировали распределение и транскрипционную активность представителей известных семейств повторяющихся элементов в составе половых хромосом у курицы на стадии ламповых щеток (ЛЩ). На основе полученных данных мы предположили участие рассеянных повторов в поддержании эволюционно значимого уровня изменчивости гетероморфных половых хромосом у птиц. Исследование особенностей организации специфичных для половой хромосомы W курицы повторов позволило сформулировать гипотезу о роли накопления обогащенных гомопуриновыми участками tandemных повторов в эволюции половых хромосом.

Введение

Несмотря на существенные различия в уровне сложности организации и развития, количество генов, кодирующих белки, меняется незначительно не только у разных представителей типа позвоночных, но и в пределах многоклеточных организмов в целом (Gregory, 2005). В то же время, результаты сравнительного анализа геномов показали, что доля некодирующих белки последовательностей лавинообразно нарастает по мере усложнения многоклеточных организмов (Mattick, 2007). Значительную долю некодирующих элементов составляют тандемно повторяющиеся последовательности и семейства рассеянных повторов, происходящих из мобильных элементов различной природы, которые относятся к наиболее пластичной части генома и испытывают меньшее давление отбора. В настоящее время не вызывает сомнения, что, наряду с остальной некодирующей ДНК, повторы играют важную роль в регуляции дифференциальной экспрессии генов и, следовательно, определяют особенности онтогенеза (ENCODE Project Consortium, 2004; Djebali et al., 2012). Помимо архитектурной роли сателлитов, все больше данных свидетельствуют в пользу регуляторной роли как рассеянных, так и тандемно повторяющихся последовательностей, которые зачастую являются сайтами связывания для транскрипционных факторов, а также служат предшественниками малых интерферирующих РНК (Aravin et al., 2001; Ugarkovic, 2005; Ezaz, Deakin 2014; Djebali et al., 2012).

В геномах птиц общее содержание повторяющихся последовательностей существенно ниже, чем в геномах представителей других классов позвоночных (Primmer et al., 1997; Burt, 2002; Zhang et al., 2014). При этом значительная часть тандемных повторов приходится на долю половых хромосом — Z и W у самок, и двух копий Z у самцов (Itoh, Mizuno, 2002, Delany et al., 2003; Bellott et al., 2010; Zhang et al., 2014). Эволюция половых хромосом у птиц происходила независимо от других групп позвоночных, однако, как и у других видов с генетическим определением пола, сопровождалась процессами подавления кроссинговера и деградацией одного из гомологов (Bellott et al., 2010). Накопление повторяющихся элементов — характерная особенность эволюционных

преобразований гетероморфных половых хромосом (Jablonka, Lamb, 1990; Charlesworth et al., 2005). Однако до сих пор остается неясным, является ли это следствием деградации хромосомы, не имеющей возможности для полноценной рекомбинации, или этот феномен играет другую роль, возможно, связанную со значением повторяющихся элементов генома в дифференцировке половых хромосом. Имеющиеся данные свидетельствуют о существовании зависимости между организацией транскрипции ядерного генома в ходе проэмбрионального развития и стратегией заботы о потомстве, которые, в свою очередь, вносят вклад в определение стратегии полового размножения и оказывают влияние на характер хромосомного определения пола.

Ооциты птиц предоставляют уникальную возможность для исследования хромосом с высоким разрешением, благодаря преобразованию хромосом на диплотенной стадии профазы мейоза I в так называемые хромосомы типа ламповых щеток (ЛЩ) (Ruckert, 1892; Callan, 1986). Как и у всех организмов с гипертранскрипционным типом оогенеза, ЛЩ птиц характеризуются гигантскими размерами и высокой транскрипционной активностью (Morgan, 2002; Gaginskaya et al 2009). Благодаря активности ЛЩ, в ядре ооцита синтезируется колоссальное количество РНК и, по-видимому, в основном с последовательностей, не кодирующих белки (Gaginskaya et al., 2009). Среди птиц лучше всего охарактеризованы ЛЩ домашней курицы, и получены экспериментальные доказательства транскрипции в оогенезе следующих тандемных повторов: теломерного (Solovei et al., 1994; 1995), PR1 (Solovei et al., 1996), PO41, CNM (Derjusheva et al., 2007) и LL2R (Красикова и др., 2010). Получены данные, позволяющие предполагать, что транскрипты тандемных повторов могут служить источником коротких регуляторных РНК, возможно, необходимых для инактивации хроматина в раннем эмбриогенезе (Derjusheva et al., 2007; Gaginskaya et al., 2009). Что касается известных к настоящему моменту повторяющихся последовательностей половых хромосом птиц, то показана транскрипция Z-макросателлита курицы (Hori et al., 1996) и отсутствие транскрипции W-специфичных повторов EcoRI, XhoI (Solovei et al., 1998) и SspI (Itoh, Mizuno, 2002).

Материал и методы исследования

Основываясь на литературных и собственных данных о транскрипционной активности различных повторяющихся элементов генома в составе половых хромосом в оогенезе птиц на модели хромосом-ЛЩ у курицы. В качестве объекта исследования была использована домашняя курица (*Gallus gallus domesticus*). Взрослые самки в возрасте от 7 месяцев до 1 года коммерческого кросса «Hisex White» были приобретены на птицефабрике «Сквирицы» Гатчинского района Ленинградской области. Материалом исследования служили ЛЩ, изолированные из растущих ооцитов диаметром 1–2 мм согласно протоколу, описанному ранее (Solovei et al., 1993; Saifitdinova et al., 2003; <http://projects.exeter.ac.uk/lampbrush/protocols.htm>). Оплодотворенные куриные яйца были приобретены во ФГУП «Генофонд» Россельхозакадемии, которое является опытно-производственной (экспериментальной) базой ГНУ ВНИИ ГРЖ, г. Пушкин. Препараты митотических хромосом курицы получали из фибробластов 4–5 дневных эмбрионов стандартным способом (Родионов, Дукельская, 1979; Родионов и др., 1989). Флуоресцентная гибридизация *in situ* (FISH) на препаратах метафазных пластинок и изолированных хромосом ЛЩ проводилась по протоколам, описанным нами ранее (Saifitdinova et al., 2001; Galkina et al., 2006; Сайфитдинова, 2011). Для приготовления гибридизационных зондов использовали методы ник-трансляции, ПЦР и химического синтеза (Сайфитдинова, 2011; Stepanov et al., 2015). Препараты анализировали с помощью флуоресцентного микроскопа DM 4000B (Leica Microsystems, Германия), оборудованного черно-белой CCD камерой и набором комбинированных фильтров для соответствующих флуорохромов. Для получения и обработки изображений использовали программное обеспечение Leica QFISH (Leica Cambridge, Великобритания) и Adobe Photoshop CS5 (Adobe Systems, США).

Результаты и обсуждение

В составе полового бивалента в ооцитах птиц хромосома Z сильно деспирализована и имеет вид типичной ЛЩ с большим числом латеральных петель нормальной морфологии (Кропотова,

Гагинская, 1984; Чельшева и др., 1990; Solovei et al., 1993; Hori et al., 1996; Mizuno, Macgregor, 1998; Saifitdinova et al., 2003; Derjusheva et al., 2003). Хромосома W на стадии ЛЩ, напротив, сильно конденсирована, так что в ней хорошо различимы 7 компактных хромомеров (Solovei et al., 1993; Ogawa et al., 1997; Solovei et al., 1998) и очень небольшое число коротких латеральных петель. В области единственной хиазмы и Z, и W несут по паре гигантских терминальных петель (Чельшева и др., 1990; Solovei et al., 1993). Нами было показано, что значительная часть латеральных петель полового бивалента гибридизуется с зондом фракции рассеянных повторов (Сайфитдинова и др., 2016), что свидетельствует об интенсивной транскрипции на стадии ЛЩ наименее консервативных, эволюционно пластичных, последовательностей в составе и Z, и W хромосом. Такой высокий уровень транскрипции может приводить к увеличению степени ко-транскрипционного мутагенеза исходной матричной ДНК (Li, Manley, 2006; Kim, Jinks-Robertson, 2012; Taylor et al., 2014). Можно полагать, что ко-транскрипционный мутагенез интенсивно транскрибирующихся латеральных петель ЛЩ может поддерживать необходимый уровень изменчивости в половых хромосомах, имеющих ограниченный по протяженности псевдоаутосомный район (Zhou et al., 2014). Это хорошо согласуется с данными о том, что скорость изменчивости W-хромосомы у птиц выше теоретически предсказанной (Ellegren, 2007).

В то же время известно, что около 70% хромосомы W курицы составляют высокие тандемные повторы, среди которых охарактеризованы семейства XhoI, EcoRI и SspI (Kodama et al., 1987; Saitoh et al., 1991; Itoh, Mizuno, 2002), а также описанный нами повторяющийся элемент (GGAAA)_n (Saifitdinova et al., 2015). Эти последовательности участвуют в формировании хромомеров, но не входят в состав латеральных петель (Solovei et al., 1998; Itoh, Mizuno, 2002; Сайфитдинова и др., 2016, рис. 1). Таким образом, можно предположить, что последовательности этих повторяющихся элементов генома в ходе оогенеза защищены от внесения изменений, и наряду с кодирующими участками генома, входящими в состав хромомерных осей ЛЩ, могут быть важными регуляторными элементами.

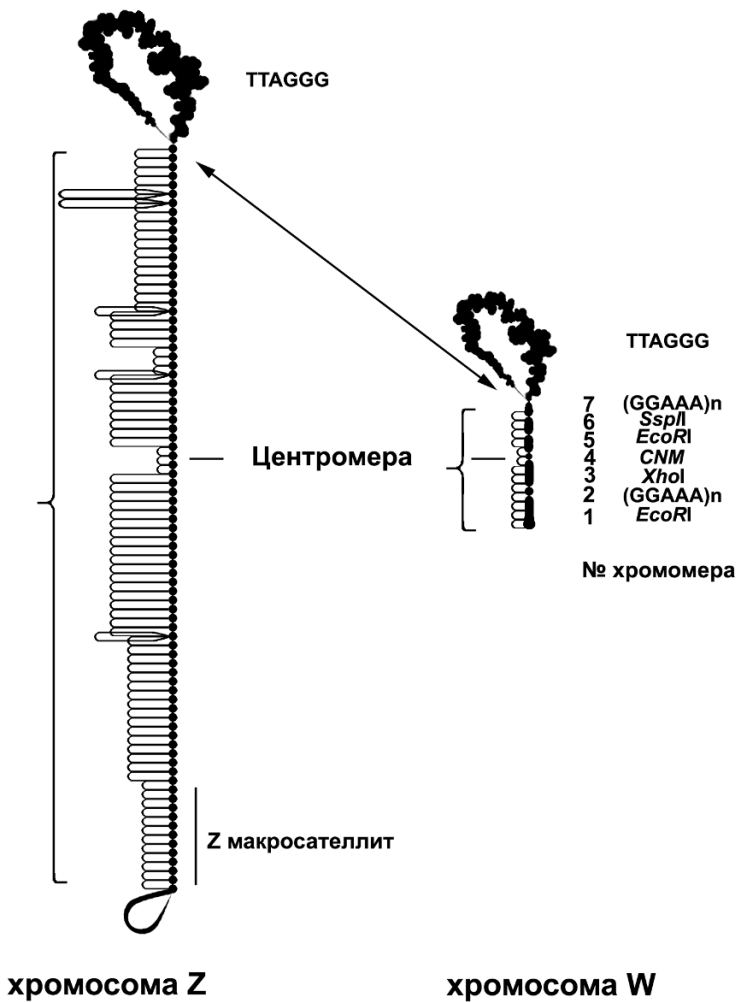


Рис. 1. Схема распределения повторяющихся элементов в половых хромосомах курицы на стадии ламповых щеток. Места транскрипции рассеянных повторов в составе латеральных петель отмечены фигурной скобкой, стрелка указывает на места локализации хиазм (в псевдоаутосомных районах хромосом).

Стоит отметить, что элементарные единицы повторов XhoI и EcoRI содержат в своем составе так называемые искривленные последовательности, характеризующиеся ретардацией при ана-

лизе методом гель-электрофореза и включающие полипуриновые участки (A)^{3–5}, отделенные 6–7-ю нуклеотидами от полипиримидиновых мотивов (T)^{3–4} (Kodama et al., 1987; Saitoh et al., 1991). Подобные повторы описаны также в составе W хромосомы индейки и фазана (Saitoh et al., 1989). Считается, что такие последовательности участвуют в поддержании H-формы ДНК (триплекса), которая играет важную роль в структурно-функциональной организации гетерохроматиновых районов хромосом, в частности, половой хромосомы W птиц (Saitoh et al., 1991).

Повторяющийся элемент из семейства SspI, включает в себя протяженные гомопуриновые участки, которые не оказывают влияния на его подвижность в геле. Другая его особенность — диспергированная локализация в пространстве интерфазного ядра (Itoh, Mizuno, 2002). Гомопуриновый повторяющийся элемент (GGAAA)_n, описанный и охарактеризованный нами обнаруживает подобные свойства (Saifitdinova et al., 2015). Известно, что гомопуриновые участки распространены в геномах эукариот и часто присутствуют в регуляторных областях (Wells et al., 1988; Mirkin, Frank-Kamenetskii, 1994). Они склонны к формированию стабильных ДНК-РНК гибридов, устойчивых к действию РНКазы H и обратной транскриптазы (Xiong, Sundaralingam, 2000). В опубликованной сборке генома курицы *Gallus_gallus-4.0* (Galgal4, GCA_000002315.2) мы обнаружили 165 сайтов локализации повтора GGAAA, из которых 45 — на хромосоме 1 (GGA1), 40 — на GGA2, 34 — на GGAZ, 16 — на GGA3, 10 — на GGA4, 2 — на GGA5 и 18 — на других хромосомах. Интересно, что повторяющаяся последовательность (GGAAA)_n была описана ранее в составе 5' транскрибирующейся некодирующей области гена овотрансферрина у фазана; в геноме курицы описаны 2 родственных повтора в составе регуляторных областей генов, отвечающих за дифференцировку гонад (Maroteaux et al., 1983). Этот повтор описан также в составе промотора гена промежуточного нейрофиламента NF-M, который характеризуется сложным и точно регулируемым паттерном экспрессии во время дифференцировки нервных клеток (Zopl et al., 1990). Экспериментально доказано, что транскрипция гомопуриновых участков оказывает влияние на транскрипционную активность

генов, в промоторах которых содержится этот элемент (Raghu et al., 1994). Таким образом, повторяющиеся последовательности в составе хромосомы W, обогащенные гомопуриновыми участками и демонстрирующие диспергированное состояние в интерфазных ядрах, могут играть регуляторную роль в дифференцировке, направленной на проявление признаков, специфичных для женского пола у курицы.

Существует точка зрения, о том, что ключевым моментом в формировании *de novo* и последующей эволюции половых хромосом является приобретение функции определения пола одним из гомологов (Carvalho, 2002). Несмотря на все усилия, в составе W-хромосомы птиц пока так и не удалось найти ген, который мог бы претендовать на роль такого регулятора (Chen et al., 2012; Ayers et al., 2013; Schmid et al., 2015). Установлено, что при дифференцировке гонад у курицы решающее значение имеет эффект дозы гена (Schmid et al., 2015). До сих пор нет данных о том, что особи с кариотипом Z0 будут развиваться в полноценных самок, однако, существуют данные о том, что такой фенотип приводит к гибели цыплёнка еще до вылупления (Graves, 2003). Можно предположить, что наличие двух копий хромосомы Z является необходимым условием для начальных этапов дифференцировки гонад, однако для формирования полноценного фенотипа самки необходимо присутствие хромосомы W. Подобный эффект описан для половых хромосом у дрозофилы, когда в половой хромосоме Y в значительном числе копий присутствуют повторяющиеся последовательности, которые также присутствуют в других частях генома и выполняют регуляторные функции, оказывая влияние на уровень экспрессии различных генов, участвующих в половой дифференцировке (Ezaz, Deakin, 2014).

Имея в виду особенности организации специфичных для половой хромосомы W курицы повторов, мы предполагаем, что повторяющиеся последовательности, обогащенные гомопуриновыми участками, такие как SspI и (GGAAA)_n, играют важную роль в половой дифференцировке, и их накопление имело определяющее значение в эволюции половых хромосом птиц.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Е. И. Кошель, М. М. Кулак и А. Г. Дёмину за помощь в проведении экспериментов и плодотворное обсуждение результатов. Исследование проводится в рамках тематики ведущей научной школы Е. Р. Гагинской и поддержано грантом РФФИ (16–04–01823 А). Экспериментальная часть исследований проводится на базе Ресурсного центра ЦКП «Хромас» Научного парка СПбГУ.

Литература

- Красикова А. В., Василевская Е. В., Гагинская Е. Р.* 2010. Хромосомы типа ламповых щеток домашней курицы: транскрипция тандемно повторяющихся последовательностей ДНК. *Генетика*. 46(10): 1329–1334.
- Кроптова Е. В., Гагинская Е. Р.* 1984. Хромосомы типа ламповых щеток из ооцитов японского перепела. Данные световой и электронной микроскопии. *Цитология*. 26(9): 1008–1015.
- Чельшева Л. А., Соловей И. В., Родионов А. В., Яковлев А. Ф., Гагинская Е. Р.* 1990. Хромосомы-ламповые щетки курицы: цитологические карты макрохромосом. *Цитология*. 32: 303–316.
- Родионов А. В., Дукельская А. В.* 1979. Дифференциальное окрашивание хромосом цыплёнка флуорохромом «Хёхст». В кн.: Сб. научн. трудов ВНИИРГЖ. 28: 117–121.
- Родионов А. В., Чельшева Л. А., Кроптова Е. В., Гагинская Е. Р.* 1989. Гетерохроматиновые районы хромосом курицы и японского перепела в митозе и на стадии ламповых щеток. *Цитология*. 31: 867–873.
- Сайфитдинова А. Ф.* 2011. Двумерная флуоресцентная микроскопия для анализа биологических образцов. Учебно-методическое пособие. — 2-е изд. испр. и доп. — СПб: Свое издательство, 108 стр. ISBN978–5–4386–0005–3.
- Сайфитдинова А. Ф., Галкина С. А., Кошель Е. И., Гагинская Е. Р.* 2016. Роль повторяющихся последовательностей в эволюции половых хромосом у птиц. *Цитология*. 58(5): 393–398.
- Ayers K. L., Davidson N. M., Demiyah D., Roeszler K. N., Gruetzner*

- F., Sinclair A. H., Oshlack A., Smith C. A.* 2013. RNA sequencing reveals sexually dimorphic gene expression before gonadal differentiation in chicken and allows comprehensive annotation of the W-chromosome. *Genome Biol.* 14(3): R26. doi: 10.1186/gb-2013-14-3-r26.
- Aravin A. A., Naumova N. M., Tulin A. V., Vagin V. V., Rozovsky Y. M., Gvozdev V. A.* 2001. Double-stranded RNA-mediated silencing of genomic tandem repeats and transposable elements in the *D. melanogaster* germline. *Curr. Biol.* 11: 1017–1027.
- Bellott D. W., Skaletsky H., Pyntikova T., Mardis E. R., Graves T., Kremitzki C., Brown L. G., Rozen S., Warren W. C., Wilson R. K., Page D. C.* 2010. Convergent evolution of chicken Z and human X chromosomes by expansion and gene acquisition. *Nature.* 466: 612–613.
- Burt D. W.* 2002. Origin and evolution of avian microchromosomes. *Cytogenet Genome Res.* 96(1–4): 97–112.
- Callan H. G.* 1986. *Lampbrush Chromosomes.* Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag. 252 pp.
- Carvalho A. B.* 2002. Origin and evolution of the *Drosophila Y* chromosome. *Curr. Opin. Genet. Dev.* 12: 664–668.
- Chen N., Bellott D. W., Page D. C., Clark A. G.* 2012. Identification of avian W-linked contigs by short-read sequencing. *BMC Genomics.* 13:183.
- Charlesworth D., Charlesworth B., Marais G.* 2005. Steps in the evolution of heteromorphic sex chromosomes. *Heredity.* 95:118–128.
- Delany M. E., Daniels L. M., Swanberg S. E., Taylor H. A.* 2003. Telomeres in the chicken: Genome stability and chromosome ends. *Poultry Science.* 82: 917–926.
- Derjushcheva S., Kurganova A., Krasikova A., Saifitdinova A., Habermann F. A., Gaginskaya E.* 2003. Precise identification of chicken chromosomes in the lampbrush form using chromosome painting probes. *Chromosome Res.* 11: 749–757.
- Derjushcheva S., Krasikova A., Kulikova T., Gaginskaya E.* 2007. Tandem 41-bp repeats in chicken and Japanese quail genomes: FISH mapping and transcription on lampbrush chromosomes. *Chromosoma.* 116: 519–530.

- Djebali S., Davis C.A., Merkel A., et al.* 2012. Landscape of transcription in human cells. *Nature*. 489 (7414): 101–108.
- ENCODE Project Consortium. 2004. The ENCODE (ENCyclopedia Of DNA Elements) Project. *Science*. 306: 636–640.
- Ellegren H.* 2007. Molecular evolutionary genomics of birds. *Cytogenet. Genome Res.* 117(1–4):120–30.
- Ezaz T., Deakin J.E.* 2014. Repetitive Sequence and Sex Chromosome Evolution in Vertebrates. *Adv. Evol. Biol.* 104683: 1–9.
- Gaginskaya E., Kulikova T., Krasikova A.* 2009. Avian Lampbrush Chromosomes: a Powerful Tool for Exploration of Genome Expression. *Cytogenet Genome Res.* 124: P. 251–267.
- Galkina S., Derjushcheva S., Fillon V., Vignal A., Crooijmans R., Groenen M., Rodionov A., Gaginskaya E.* 2006. FISH on avian lampbrush chromosomes produces higher resolution gene mapping. *Genetica*. 128: 241–251.
- Graves J.A.M.* 2003, Sex and death in birds: a model of dosage compensation that predicts lethality of sex chromosome aneuploids. *Cytogenetics and Genome Research*. 101: 278–282.
- Gregory T.R.* 2005. Synergy between sequence and size in large-scale genomics. *Nat. Rev. Genet.* 6: 699–708.
- Hori T, Suzuki Y., Solovei I., Saitoh Y., Hutchison N., Ikeda J.E., Macgregor H., Mizuno S.* 1996. Characterization of DNA sequences containing the terminal heterochromatin of the chicken Z-chromosomes. *Chromosome Res.* 1996. 4: 411–426.
- Itoh Y., Mizuno S.* 2002. Molecular and cytological characterization of SspI-family repetitive sequence on the chicken W chromosome. *Chromosome Res.* 10: 499–511.
- Jablonka E., Lamb M.J.* 1990. The evolution of heteromorphic sex chromosomes. *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* 65:249–276.
- Kodama H., Saitoh H., Tone M., Kuhara S., Sakaki Y., Mizuno S.* 1987. Nucleotide sequences and unusual electrophoretic behavior of the W chromosome-specific repeating DNA units of the domestic fowl, *Gallus gallus domesticus*. *Chromosoma*. 96: 18–25.
- Kim N., Jinks-Robertson S.* 2012. Transcription as a source of genome instability. *Nat. Rev. Genet.* 13: 204–214.
- Li X., Manley J.L.* 2006. Cotranscriptional processes and their in-

- fluence on genome stability. *Genes. Dev.* 20: 1838–1847.
- Mattick J. S.* 2007. A new paradigm for developmental biology. *J Exp Biol.* 210: 1526–1547.
- Maroteaux L., Heilig R., Dupret D., Mandel J. L.* 1983. Repetitive satellite-like sequences are present within or upstream from 3 avian protein-coding genes. *Nucleic Acids Res.* 11: 1227–1243.
- Mizuno S., Macgregor H.* 1998. The ZW lampbrush chromosomes of birds: a unique opportunity to look at the molecular cytogenetics of sex chromosomes. *Cytogenet. Cell Genet.* 80: 149–157.
- Morgan G. T.* 2002. Lampbrush chromosomes and associated bodies: new insights into principles of nuclear structure and function. *Chromosome Res.* 10(3): 177–200.
- Mirkin S. M., Frank-Kamenetskii M. D.* 1994. H-DNA and related structures. *Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.* 23: 541–576.
- Ogawa A., Solovei I., Hutchison N., Saitoh Y., Ikeda J. E., Macgregor H., Mizuno S.* 1997. Molecular characterization and cytological mapping of a non-repetitive DNA sequence region from the W chromosome of chicken and its use as a universal probe for sexing Carinatae birds. *Chromosome Res.* 5: 93–101.
- Primmer C. R., Raudsepp T., Chowdhary B. P., Moller A. P., Ellegren H.* 1997. Low frequency of microsatellites in the avian genome. *Genome Res.* 7(5): 471–482.
- Rückert J.* 1892. Zur Entwicklungsgeschichte des Ovarialeies bei Selachiern. *Anat Anz* 7: 107–158.
- Raghu G., Tevosian S., Anant S., Subramanian K. N., George D. L., Mirkin S. M.* 1994. Transcriptional activity of the homopurine-homopyrimidine repeat of the c-Ki-ras promoter is independent of its H-forming potential. *Nucleic Acids Res.* 22: 3271–3279.
- Saifitdinova A. F., Derjusheva S. E., Malykh A. G., Zhurov V. G., Andreeva T. F., Gaginskaya E. R.* 2001. Centromeric tandem repeat from the chaffinch genome: isolation and molecular characterization. *Genome.* 44: 96–103.
- Saifitdinova A., Derjusheva S., Krasikova A., Gaginskaya E.* 2003. Lampbrush chromosomes of the chaffinch (*Fringilla coelebs* L.). *Chromosome Res.* 11: 99–113.
- Saifitdinova A. F., Komissarov A. S., Galkina S. A., Koshel E. I., Kulak M. M., O'Brien S. J., Gaginskaya E. R.* 2015. A Novel

- Chicken W Chromosome Specific Tandem Repeat. *International Journal of Bioengineering and Life Sciences*. 2(9): 1923.
- Saitoh Y., Saitoh H., Ohtomo K., Mizuno S.* 1991. Occupancy of the majority of DNA in the chicken W chromosome by bent-repetitive sequences. *Chromosoma*. 101: 32–40.
- Saitoh Y., Harata M., Mizuno S.* 1989. Presence of female-specific bent-repetitive DNA sequences in the genome of turkey and pheasant and their interactions with W-protein of chicken. *Chromosoma*. 98: 250–258.
- Solovei I., Gaginskaya E., Hutchison N., Macgregor H. C.* 1993. Avian sex chromosomes in the lampbrush form: ZW lampbrush bivalents from six species of bird. *Chromosome Res.* 1: 153–166.
- Solovei I., Gaginskaya E. R. Macgregor H. C.* 1994. The arrangement and transcription of telomere DNA sequences at the ends of lampbrush chromosomes of birds. *Chromosome Res.* 2: 460–470.
- Solovei I., Macgregor H. C., Gaginskaya E.* 1995. Specifically terminal clusters of telomere DNA sequences are transcribed from the C-rich strand on chicken lampbrush chromosomes. *Proc. Kew Chromosome Conference IV.* 1995. P: 323–330.
- Solovei I., Joffe B., Gaginskaya E., Macgregor H. C.* 1996. Transcription on lampbrush chromosomes of a centromerically localized highly repeated DNA in pigeon (*Columba*) relates to sequence arrangement. *Chromosome Res.* 4: 588–603.
- Solovei I., Ogawa A., Naito M., Mizuno S., Macgregor H.* 1998. Specific chromomeres on the chicken W lampbrush chromosome contain specific repetitive DNA sequence families. *Chromosome Res.* 6: 323–327.
- Schmid M., Smith J., Burt D.W., et al.* 2015. Third report on chicken genes and chromosomes. *Cytogenet. Genome. Res.* 145: 78–179.
- Stepakov A., Galkina S., Bogomaz D., Gaginskaya E., Saifitdinova A.* 2015. Modified Synthesis of 6-carboxyfluorescein (6-FAM): Application to Probe Labeling for Conventional Cytogenetics. *British J. App. Sci. Technol.* 7: 423–428.
- Taylor B.J., Wu Y.L., Rada C.* 2014. Active RNAP pre-initiation sites are highly mutated by cytidine deaminases in yeast, with AID targeting small RNA genes. *Elife.* 3: e03553. doi: 10.7554/eLife.03553.

- Ugarkovic D.* 2005. Functional elements residing within satellite DNAs. *EMBO Reports*. 6: 1035–1039.
- Wells R. D., Collier D. A., Hanvey J. C., Shimizu M., Wohlrab F.* 1988. The chemistry and biology of unusual DNA structures adopted by oligopurine-oligopyrimidine sequences. *FASEB J*. 2: 2939–2949.
- Xiong Y., Sundaralingam M.* 2000. Crystal structure of a DNA•RNA hybrid duplex with a polypurine RNA r(gaagaagag) and a complementary polypyrimidine DNA d(CTCTTCTTC). *Nucleic Acids Res*. 28: 2171–2176.
- Zhang G., Li C., Li Q., et al.* 2014. Comparative genomics reveals insights into avian genome evolution and adaptation. *Science*. 346: 1311–1320.
- Zhou Q., Zhang J., Bachtrog D., An N., Huang Q., Jarvis E. D., Gilbert M. T., Zhang G.* 2014. Complex evolutionary trajectories of sex chromosomes across bird taxa. *Science*. 346(6215):1246338.
- Zopl D., Dineva B., Betz H., Gundelfinger E. D.* 1990. Isolation of the chicken middle-molecular weight neurofilament (NF-M) gene and characterization of its promoter. *Nucleic Acids Res*. 18: 521–529.

Экологические аспекты проблемы сохранения памятников культурного наследия

Власов А. Д., Зеленская М. С., Сазанова К. В., Власов Д. Ю.

Санкт-Петербургский государственный университет

alex_vlasov@mail.ru

Проблема сохранения объектов культурного наследия, экспонирующихся на открытом воздухе, является сложной и многогранной. Под влиянием внешних воздействий природные и искусственные материалы памятников подвергается постепенному разрушению. Остановить этот процесс практически невозможно. Выветривание карбонатных и силикатных горных пород, использовавшихся при создании архитектурных памятников, можно рассматривать как глобальный природный процесс, который продолжается веками и тысячелетиями. Особенно заметно разрушение скульптурных памятников, созданных из мрамора или известняка. Задача ученых и реставраторов состоит в том, чтобы найти способы замедлить процессы деструкции объектов культурного наследия, максимально защитить камень от неблагоприятного влияния внешней среды, сохранив эстетический облик памятника.

Выбор способа защиты каменного памятника на открытом воздухе, применение средств и приемов очистки, консервации и реставрации базируются на знании и понимании сложнейших процессов, которые протекают в поверхностном слое камня. Получить такое представление можно только на основе наблюдений (желательно многолетних) за состоянием объекта. Каждый тип камня будет по-своему реагировать на внешние воздействия. Один и тот же материал, находящийся в различных климатических условиях и подвергающийся различной антропогенной нагрузке, может иметь отличающиеся формы повреждений, а скорость деструкции будет разной. Проведение мониторинга каменной скульптуры, экспонирующейся на открытом воздухе, позволяет понять главные причины деструкции материала, оценить скорость происходящих изменений, определить очередность необходимых

мер, направленных на противодействие разрушению памятника.

Цель данной работы состояла в рассмотрении экологических аспектов проблемы сохранения памятников культурного наследия, кратком анализе мирового и собственного опыта в изучении основных факторов и процессов биодеструкции каменного материала в различных экологических условиях.

Опыт многолетних мониторинговых исследований, накопленный петербургскими учеными, позволяет выделить некоторые главные принципы, которые могут быть использованы при выработке стратегии и тактики защиты (сохранения) каменной скульптуры, экспонирующейся в городской среде.

Прежде всего, необходимо учитывать, что процессы разрушения природного камня в современных городах (таких, например, как Санкт-Петербург) принимают ускоренный характер и обусловлены комплексным воздействием на материал физических, химических и биологических факторов, которые тесно взаимосвязаны. Поэтому очень важно, чтобы поиском путей сохранения памятников из камня занимались специалисты различных областей знаний (геологи, химики, биологи, материаловеды, физики и др.). Только объединив научные знания с опытом реставраторов и музейных работников можно достичь прогресса в решении проблемы сохранения объектов культурного наследия.

Последствия отрицательного воздействия условий города на состояния каменной скульптуры заметно усиливаются под влиянием различных групп живых организмов (биодеструкторов), поселяющихся на поверхности памятников. К числу деструкторов камня можно отнести бактерии, микроскопические грибы и водоросли, лишайники, высшие споровые и семенные растения. Особую опасность представляют микроорганизмы, образующие обширные биопленки на поверхности материала (рис. 1). При этом микробы изменяют эстетический облик памятника и служат причиной разрушения поверхностного слоя камня. Микробное сообщество способно оказывать химическое и физическое воздействие на материал памятника. Во многих случаях состав микробных сообществ определяется веществами, оседающими из атмосферы или попадающими на поверхность камня другими путями. В ненарушенных или малоизмененных



Рис. 1. Биопленка, покрывающая мраморный памятник в Музейном некрополе XVIII века (г. Санкт-Петербург).

экосистемах основными источниками поступления таких веществ могут выступать дождевая и грунтовая вода, почва и атмосфера, окружающая растительность, животный мир. Внешние условия определяют накопление на поверхности и в толще горных пород органических веществ различной химической природы: целлюлозы, пектина, крахмала, протеинов, органических компонентов спиртов, жиров, альдегидов и др. Все они могут быть утилизированы организмами гетеротрофного блока микробного сообщества, формирующегося на поверхности камня. Источником питания для микроскопических грибов могут служить, например, продукты жизнедеятельности или остатки водорослей, лишайников, бактерий. В промышленно загрязненных зонах на поверхности каменистых материалов оседают алифатические и ароматические углеводороды, соединения серы, фосфора, хлора, азота, углерода и других элементов, которые также могут усваиваться микроорганизмами. На поврежденной поверхности скульптурных памятников микробы могут существовать в огромных количествах, проникая при этом на значительную глубину в толщу материала.

В одном грамме разрушенного камня во влажной среде могут находиться сотни тысяч клеток бактерий и микроскопических грибов. Продукты жизнедеятельности микроорганизмов (слизи и другие внеклеточные полимерные вещества, мертвые остатки клеток и талломов) могут склеиваться вместе с минеральными и пылевыми частицами, заметно изменяя поверхностный слой материала. Сложность в борьбе с биообрастанием состоит в том, что в большинстве случаев микроорганизмы воздействуют на материал совместно, образуя сложные и весьма агрессивные микробные сообщества.

В некоторых случаях высокая скорость обрастания камня связана с микроклиматическими условиями, складывающимися вокруг памятника. Затененность, нахождение под кронами деревьев, повышенная влажность и другие причины способны стимулировать развитие агрессивных литобионтных сообществ. Иногда перенос памятника в другое место (если это возможно) способен частично решить возникающие проблемы.

Наблюдение за состоянием памятников в городской среде является неотъемлемой частью мероприятий по сохранению объектов культурного наследия. Большинство авторов отмечает важность системного подхода к мониторингу памятников (Франк-Каменецкая и др., 2005; Cutler, Viles, 2010; Portillo, Gonzalez, 2011). Такой мониторинг должен включать наблюдения во времени, чтобы можно было объективно оценивать динамику происходящих изменений. Визуальные обследования являются неотъемлемой частью мониторинговых исследований. При этом внимание уделяется определенным признакам, за которыми ведется наблюдение. При описании текущего состояния памятника часто используют разработанную профессором Фитцнером и его коллегами классификацию форм выветривания камня (Fitzner et al., 1995). Однако в этой классификации почти не уделено внимание биологическим формам повреждения материала, которые имеют целый ряд существенных отличий от разрушений, связанных с небιологическими факторами. Есть и другие классификации, основанные на различных подходах к описанию повреждений природного и искусственного камня. При этом они, как правило, опираются на классификацию Фитцнера, но различаются по ха-

рактике характеристике отдельных форм или групп признаков повреждений каменного материала. Так, одна из наиболее подробных классификаций была разработана для памятников Санкт-Петербурга (Франк-Каменецкая, Власов, 2014). Она включает три крупных блока: механические повреждения, потеря камня и наслоения различной природы. Согласно этой классификации биообрастания попадают в последнюю группу, где выделяются биопленки с доминированием различных групп организмов, а также мхи, семенные растения и продукты жизнедеятельности животных. Данная классификация была использована в работах по мониторингу памятников из камня и созданию базы данных по состоянию камня в некрополях Государственного музея городской скульптуры. Одним из ключевых элементов этой работы было использование квалиметрической оценки интегрального состояния памятника. Данный метод был также применен для оценки состояния исторических зданий Санкт-Петербурга (Маругин, Булах, 2013).

Для пространственного отображения форм деструкции камня в памятниках обычно используется картографирование. Картограммы, например, были построены для памятника «Сфинксы» (Булах и др., 2005), а также для ряда скульптурных памятников Музейных некрополей (Франк-Каменецкая, Власов, 2014). В настоящее время делаются попытки использования цифровых и компьютерных технологий для картографирования повреждений объектов культурного наследия (Shchigorets et al., 2014). Очевидно, что визуальная оценка, а также цифровые изображения объектов, получаемые при мониторинге состояния памятников, позволяют лишь фиксировать происходящие изменения, но не дают возможности объективно оценивать причины их возникновения. Для ответа на этот вопрос проводят специальные аналитические исследования. На практике наиболее удобными и оперативными являются методы, позволяющие на месте (в полевых условиях) выполнить аналитические исследования с использованием переносных приборов. Так, например, при обследовании порфировой вазы в Летнем саду был применен метод ультразвукового зондирования, позволивший выявить скрытые дефекты каменного материала (Булах и др., 2008). Этот способ

помогает определить очертания внутренних трещин и полостей в толще камня и относится к методам неповреждающего контроля.

Для выяснения характера и степени деструкции памятника осуществляется отбор проб поврежденного материала (где это возможно). Анализ состава продуктов разрушения горной породы с применением химико-аналитических методов дает представление о возможных механизмах коррозионных процессов (Cutler, Viles, 2010). Петрографическое изучение (в шлифах) позволяет диагностировать главные минералы, определять количественный минеральный состав камня, производить описание вторичных продуктов в камне, появляющихся в процессе его изменения и деструкции. Из-за малого размера образцов с ценных памятников культурного наследия часто единственным методом, с помощью которого можно определить химический состав камня, является рентгеноспектральный микрозондовый анализ (Булах и др., 2005).

На уникальных памятниках биологические пробы обычно отбирают с использованием неповреждающих методов, таких, например, как отпечаток на питательную среду или мазок с поверхности камня (Горбушина и др., 2002). Анализ состава и структуры микробных сообществ с использованием классических и новейших молекулярных методов позволяют оценивать видовое и функциональное разнообразие микроорганизмов, развивающихся на поверхности камня, а также определять их опасность для каменного материала. Одним из наиболее перспективных методов выявления состава литобионтного сообщества является метагеномный анализ, позволяющий по генетическим характеристикам наиболее точно и полно определять биоразнообразие обитателей каменистого субстрата (Franzetti et al., 2013). Сканирующая электронная микроскопия используется для выявления локализации микроорганизмов, их взаимодействия между собой, а также влияния на состояние поверхностного слоя камня. Этой же цели служит моделирование процессов биогенного разрушения камня, которое может быть использовано для прогнозирования воздействия внешних факторов на состояние памятников культурного наследия (Thornbush, Viles, 2006).

В целом, большинство исследователей отмечает, что для сохранности памятников из камня необходимо осуществлять дол-

госрочный мониторинг, который может показать пространственно-временную динамику деструктивных процессов и выявить влияние факторов окружающей среды на состояние каменного материала. В каждом случае необходимо знать историю памятника (месторождение, где добывался камень, возраст памятника, условия его экспонирования, историю реставрационных работ) (Франк-Каменецкая, Власов, 2014). Мониторинг природно-техногенной среды особенно важен при наблюдении за памятниками в антропогенных ландшафтах. Среди внешних факторов, оказывающих наиболее заметное влияние на деструкцию памятника и скорость протекания коррозионных процессов, можно назвать особенности климатических условий (влажность, перепады температур, ветер), загрязненность атмосферы, биологическое окружение (человек, животные, растения). При этом разные типы каменного материала по-разному реагируют на эти воздействия, что определяется минералого-петрографическими особенностями горной породы (структура, текстура, минеральный состав), формой памятника, его текущим состоянием (степенью разрушения). Ряд авторов предлагает при оценке воздействия окружающей среды учитывать особенности ландшафта, расположение объекта по отношению к сторонам света, направление ветров, количество осадков, а также обращать внимание на особенности рельефа архитектурных сооружений, близость соседних построек, загруженность прилегающих дорог автотранспортом (Thornbush, Viles, 2006; Cutler, Viles, 2010).

В городской среде особое значение приобретает мониторинг атмосферных загрязнений в районах экспонирования памятников. Примером таких наблюдений можно считать многолетний мониторинг воздушной среды в районе расположения некрополей Государственного музея городской скульптуры в Санкт-Петербурге (Челибанов и др., 2012), где проводятся наблюдения за содержанием в атмосфере агрессивных оксидов азота, серы и других соединений.

Таким образом, мониторинг памятников неразрывно связан с оценкой параметров природно-техногенной среды. Ухудшение экологической обстановки может приводить к ускорению деструкции памятников, проявлению наиболее опасных форм разрушения

каменного материала. Примером тому могут служить гипсовые корки на памятниках из карбонатных пород в ряде городов Европы (Graue et al., 2013). На гранитном памятнике «Сфинксы» на Университетской набережной в Санкт-Петербурге была изучена черная пленка (патины), которая покрывала большую часть памятника. Оказалось, что эта пленка образовалась в результате сложных, продолжительных, многоэтапных и взаимосвязанных физико-химических и биологических процессов, во многом обусловленных состоянием окружающей среды (Булах и др., 2005).

Некоторые авторы считают, что наблюдаемые глобальные изменения климата способны существенно ухудшить ситуацию с сохранением памятников культурного наследия (Viles, Cutler, 2012). Причем это связано не только с прямым воздействием внешних факторов на каменные памятники, но и с изменением состава и повышением агрессивности обитателей каменистых субстратов. В этой связи особое значение приобретают синэкологические исследования, которые предполагают анализ изменений состава и структуры литобионтных сообществ.

Одним из ключевых факторов выработки стратегии защиты каменных памятников от биологических повреждений является понимание механизмов взаимодействия биодеструкторов и каменистого субстрата (Власов, 2016). Биообрастание связано с поверхностным ростом микро- или макроорганизмов, влекущим за собой нежелательные эстетические изменения (появление пятен, формирование видимых пленок, наростов). Биообрастание не всегда связано с разрушением камня, хотя в большинстве случаев эти процессы взаимосвязаны. Биопленки на поверхности каменных памятников в городской среде адсорбируют пыль и аэрозоли, что может усиливать процессы химической коррозии. Под воздействием биологических объектов теряется механическая прочность камня, что может приводить к гранулярной дезинтеграции поверхностного слоя. Воздействие на камень может быть вызвано циклами расширения-сжатия, наблюдаемыми в биопленках и связанными с увлажнением-высушиванием. Биопленки могут проникать в трещины и поры. В результате увеличивается поглощение и задержка воды в толще породы, изменяется интенсивность диффузии и испарения воды, проявляются

процессы растворения камня. Рост биопленок вызывает давление на структурные элементы породы, воздействует на отдельные кристаллы и зерна камня. Биологическое влияние на каменистый субстрат может сохраняться даже после гибели литобионтных организмов. Это связано с высвобождением пигментов и других продуктов разложения биомассы. Для понимания механизмов биодеструкции природного камня необходимо изучать роль отдельных представителей литобионтного сообщества в данном процессе, а также их совместное влияние на каменный материал.

Рассмотрим несколько примеров воздействия бактерий на гранит рапакиви, который широко использовался в архитектуре Петербурга. Известно, что бактерии рода *Bacillus* способны вызывать образование каверн на поверхности гранита. Они увеличивают скорость растворения силикатных и алюмо-силикатных минералов и способствуют освобождению K^+ и SiO_2 из кристаллической решетки, прежде всего, путем воздействия на субстрат органических кислот, выделяемых этими бактериями (Vandevivere et al., 1994).

Бактерии рода *Bacillus* способны избирательно прикрепляться к минералам и извлекать (выщелачивать) важные для себя элементы из камня. Выветривание гранита при воздействии *Bacillus* происходит за счет активного извлечения железа из слюд, входящих в состав гранита (Styriakova et al., 2012). В результате биовыщелачивания происходит дробление породы и увеличивается суммарная поверхность гранул гранита. По мнению некоторых авторов, плагиоклаз в граните подвергается большему воздействию, чем биотит (Наймарк, 2009). Силикатным бактериям *Bacillus mucilaginosus* (слизистые бациллы) исследователи уделяли особое внимание (Няникова, Виноградов, 2000). Они, в частности, показали, что на химический состав минералов и их структуру влияют низкомолекулярные органические кислоты, синтезируемые этими бактериями. Разрушение минералов обусловлено образованием подвижных органоминеральных комплексов кислот с компонентами минерала. Разрушение кварца, который имеет прочную кристаллическую решетку, усиливается в присутствии экзополисахаридов *Bacillus mucilaginosus* (Няникова, Виноградов, 2000).

Многие микроорганизмы избирательно поселяются на минералах (рис. 2)

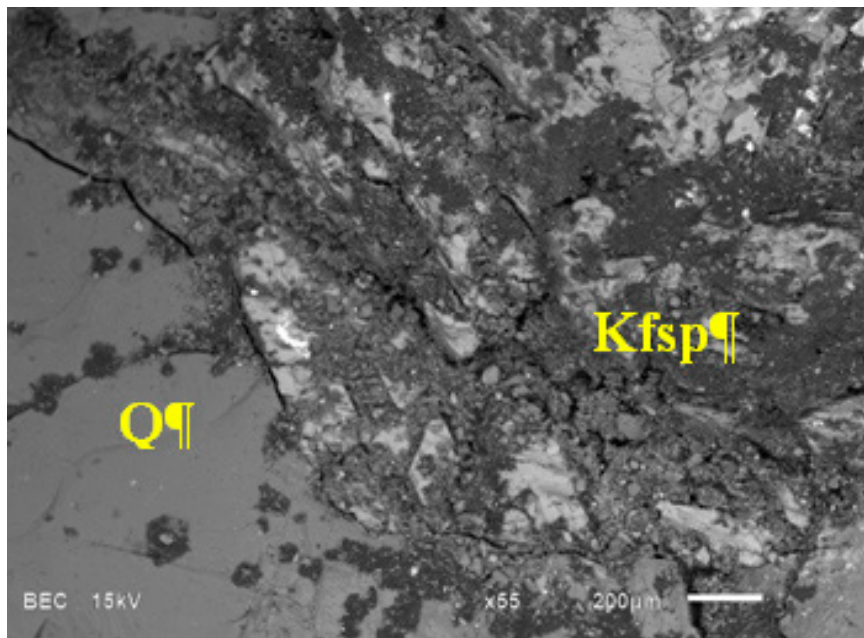


Рис. 2. Биологический налет (биопленка) на поверхности гранита (образец из г. Выборга). Неравномерное распределение биологических объектов по поверхности гранита. Интенсивное обрастание наблюдается на полево шпате (Kfsp), тогда как на кварце (Q) биодеструкция происходит только по микротрещинам. Сканирующая электронная микроскопия.

На кварце обычно формируются более простые сообщества (в отличие от других минералов), что связано с труднодоступностью этого субстрата для микроорганизмов (отсутствие органических источников питания, химическая инертность, высокая твердость). Однако поверхностное загрязнение может изменять численность и разнообразие микроорганизмов даже на кварце (Gleeson et al., 2005).

Интересно отметить, что некоторые авторы связывают метаболическую активность микроорганизмов с упрочнением камня. Они рассматривают образование вторичного карбоната кальция на карбонатных породах под влиянием бактерий (биоминерали-

зация) как процесс, укрепляющий камень (Rodriguez-Navarro et al., 2012). При этом отмечается, что карбонатные породы сильнее подвержены бактериальному обрастанию и влиянию метаболитов микроорганизмов по сравнению с силикатными, что может проявляться в обильной продукции карбоната кальция. Авторы отмечают, что процесс осаждения кальция не является штаммоспецифичным, а зависит в большей степени от минералогии субстрата и условий среды (Rodriguez-Navarro et al., 2012).

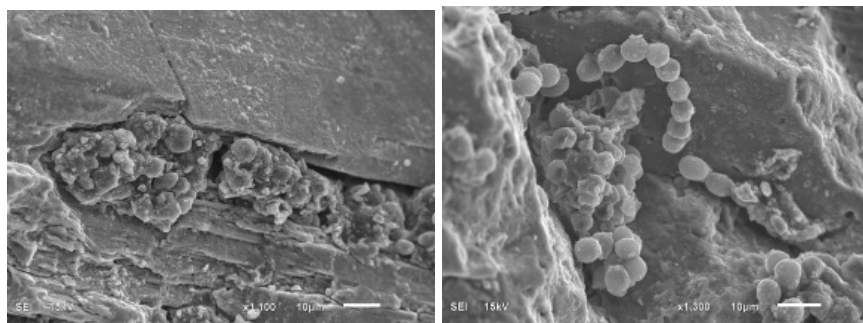
Водоросли обычно играют косвенную роль в разрушении минералов и горных пород. Они являются своеобразными поставщиками источников питания для более агрессивных гетеротрофных организмов (микросцистов и бактерий). Присутствие водорослей отражается, прежде всего, в изменении цвета поверхности камня (рис. 3). Например, колонии с доминированием *Trentepohlia* окрашивают поверхность в ржаво-красный или оранжевый цвет за счет каратиноидов, а биопленки с доминированием водорослей из рода *Desmosoccus* — в зеленый цвет за счет присутствия хлорофилла. Бивыветривание при воздействии зеленых водорослей часто связывают с физическим воздействием на субстрат. Водоросли способны накапливать влагу в породе, тем самым способствуя выветриванию, связанному с циклом замораживания-оттаивания.



Рис. 3. Развитие биопленки с доминированием зеленых водорослей на граните в городской среде. Санкт-Петербург. Михайловский сад.

Некоторые авторы связывают выветривание песчаника с ростом на нем водорослей *Trentepohlia*, а в качестве основного механизма разрушения рассматривают разделение зерен минерала нитями водорослей (Gaylarde, Gaylarde, 2005). Кроме того, водоросли способны выделять органические кислоты. В модельных экспериментах были обнаружены признаки окисления и микропиттинга на кальците и полевом шпате в лабораторной культуре с зелеными водорослями, что, вероятно, было связано с кислотопродукцией водорослей (Scheerer et al., 2009).

Грибы способны оказывать как физическое, так и химическое воздействие на камень. Проникающие гифы микромицетов способны к росту между кристаллами камня, вызывая дезинтеграцию поверхностного слоя (Булах и др., 2005). Микроколонии грибов обычно развиваются в трещинах и углублениях поверхности камня (рис. 4 а, б). Такие микроколонии находили в самых разнообразных регионах Земли (от жарких пустынь до Антарктиды). В то же время, в городской среде с высоким уровнем атмосферного загрязнения грибы способны формировать поверхностные налеты, входить в состав биопленок и доминировать на природном и искусственном камне. При этом они оказывают на него не только физическое, но и химическое воздействие за счет выделения органических кислот. Основная кислота, продуцируемая



а

б

Рис. 4. Развитие грибов на поверхности гранита (Санкт-Петербург. Петропавловская крепость, гранит рапакиви): а — короткие цепочки из клеток грибов и микроколония; б — микроколония в углублении на поверхности гранита. Сканирующая электронная микроскопия.

грибами, — щавелевая. Она является наиболее опасной для каменного материала. Ее взаимодействие с субстратом приводит к заметному изменению поверхностного слоя, образованию вторичных минералов (оксалатов) (Сазанова, 2014).

Еще более заметную роль в деструкции горных пород могут играть лишайники. Как и грибы, они способны оказывать физическое и химическое воздействие на камень (Schiavon, 2002). Роль лишайников связывают не только с выветриванием горных пород и синтезом новых минералов, но и с формированием первичных (примитивных) почв. Для понимания роли лишайников в выветривании камня исследуются: лишайниковые корки, минеральные частицы в талломе, поверхность камня непосредственно под талломом после удаления лишайника. Для решения этой задачи может использоваться метод сканирующей электронной микроскопии, который позволяет составить представление о воздействии лишайников на каменистый субстрат.

Известно, что благодаря своей биохимической активности, лишайники могут выщелачивать из горных пород Mg, Na, K, Ca, Fe и даже Si за счет выделения органических кислот. Например, лишайники способны воздействовать на слюду, высвобождая (выщелачивая) калий из минералов, что способствует развитию литобионтного сообщества в целом (De los Rios, Ascaso, 2005). Многие накипные лишайники в процессе роста выделяют, помимо щавелевой кислоты, специфические лишайниковые кислоты. Они обладают хелатирующей активностью. Эти кислоты реагируют с пороодообразующими минералами, образуя комплексы металлов. В результате воздействия кислот на минералы появляются микроуглубления (микропиттинг) на поверхности камня. Эти углубления обычно заполнены талломами и плодовыми телами лишайников (рис. 5). Среди вторичных минералов биогенного происхождения доминируют оксалаты — продукты взаимодействия щавелевой кислоты и минералов. Поскольку оксалаты нерастворимы, то они могут легко аккумулироваться в талломах лишайников. Оксалат кальция наиболее часто встречается в форме моногидрата (уэвеллит), но иногда в виде дигидрата (уэделлит). Если концентрация кальция в субстрате невысокая, то могут образовываться другие оксалаты, например оксалат маг-

ния (серпентинит) или оксалаты железа (для силикатных пород) (Schiavon, 2002). Наряду с деструктивной ролью лишайников, отмечается их положительное значение в определенных условиях экспонирования камня. Так, по мнению некоторых исследователей, удаление лишайников может приводить к ухудшению ситуации с сохранностью каменных памятников (Tiano, 2002). Лишайник может защищать камень от выщелачивания наиболее подвижных элементов в камне.

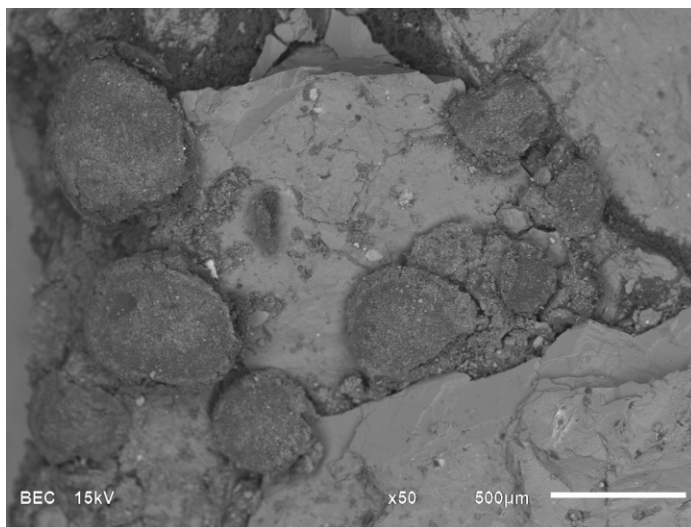


Рис. 5. Апотеции накипного лишайника в углублениях и трещинах на поверхности гранита (Санкт-Петербург. Набережная Робеспьера). Сканирующая электронная микроскопия.

Одним из результатов воздействия на камень организмов литобионтного сообщества можно считать образование корок, наслоений, патины различного состава. Их формирование связано с совместным воздействием биологического фактора и условий окружающей среды. Так, образование обогащенной гипсом патины обычно обусловлено высоким уровнем атмосферного загрязнения оксидами серы (Pereira de Oliveira et al., 2011).

Однако микроорганизмы могут катализировать этот процесс. Известно, например, что бактерии *Thiobacillus thiooxydans* и *T.*

thioparus на известняке участвуют в трансформации кальцита в гипс, формируя гипсовую корку на карбонатных породах. При этом образование гипсовой корки характеризуется несколькими этапами, каждый из которых связан с развитием микроорганизмов (Тимашева и др., 2007).

В целом, анализ накопленных данных показывает, что различные виды биообрастаний могут оказывать физическое воздействие на природный камень, заметно ускорять биогеохимические процессы на карбонатных и силикатных породах, приводить к их трансформации и формированию различных типов патины. Биофизическое выветривание обусловлено, главным образом, накоплением биомассы в структурных пространствах поверхностного слоя камня, изменением объема и влажности биопленок. Биогеохимическое выветривание связано с воздействием на минералы продуктов метаболизма литобионтных организмов. Механизмы образования различных типов патины на каменистых субстратах обусловлены в большинстве случаев воздействием биологического фактора в сочетании с факторами окружающей среды. Понимание механизмов биокосных взаимодействий в природных и антропогенных системах, а также роли экологических факторов в процессах биогенной трансформации природных и искусственных материалов в объектах культурного наследия открывает возможности для поиска эффективных способов защиты исторических памятников от разрушения.

Анализ накопленных данных свидетельствует о том, что биообрастания природного камня в памятниках культурного наследия характеризуются типовыми формами и классифицируются на основе выделения доминирующих видов или групп организмов. При этом биологическая колонизация природного камня микроорганизмами носит избирательный характер и зависит от свойств горной породы и условий экспонирования объекта. Основой эффективного мониторинга памятников культурного наследия является междисциплинарный подход, предусматривающий использование комплекса методов наблюдений за состоянием объекта и условиями окружающей среды. Организация постоянных наблюдений за состоянием памятников в городской среде должна стать основой для научного обоснования системы

мер, направленных на защиту объектов культурного наследия от разрушения.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты 16–34–00725; 16–05–00986), а также гранта СПбГУ 1.37.151.2014.

Литература

- Булах А. Г., Власов Д. Ю., Нестеров Е. М., Шахов В. А.* Гранитная ваза у Карпиева пруда в Летнем саду в Петербурге: причины и уроки катастрофы 6–13 января 2008 года // Памятники. Вектор наблюдения: сб. ст. по реставрации скульптуры и мониторингу состояния памятников в городской среде. Санкт-Петербург. 2008. С. 107–110.
- Булах А. Г., Власов Д. Ю., Золотарев А. А., Маругин В. М., Морозов М. В., Савченко А. И., Фитцнер Б., Франк-Каменецкая О. В., Хейнрихс К., Щигорец С. Б.* Экспертиза камня в памятниках архитектуры. СПб.: Наука, 2005. 197с.
- Власов А. Д.* Разработка научно-методических подходов к мониторингу объектов культурного наследия в антропогенных ландшафтах на основе исследований литобионтных систем. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2016. 24 с.
- Горбушина А. А., Ляликова Н. Н., Власов Д. Ю., Хижняк Т. В.* Микробные сообщества на мраморных памятниках Санкт-Петербурга и Москвы: видовой состав (разнообразие) и трофические взаимоотношения // Микробиология. 2002. Т. 71, № 3. С. 409–417.
- Маругин В. М., Булах А. Г.* Оценка состояния памятников архитектуры и монументальной скульптуры до и после реставрации. СПб.: Изд. СПбГУ, 2013. 66 с.
- Наймарк Е. Б., Ерошев-Шак В. А., Чижикова Н. П., Компанцева Е. И.* Взаимодействие глинистых минералов с микроорганизмами: обзор экспериментальных данных // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70, № 2. С. 155–167.
- Няникова Г. Г., Виноградов Е. Я.* *Vacillus mucilagenosus* перспективы использования. СПб.: НИИХ СПбГУ, 2000. 120с.

- Сазанова К. В.* Органические кислоты грибов и их эколого-физиологическое значение. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПбГУ. СПб, 2014. 26 с.
- Тимашева М. А., Франк-Каменецкая О. В., Власов Д. Ю.* Морфология и особенности образования кристаллов гипса на поверхности карбонатных пород в городской среде // Записки Российского минералогического общества. 2007. № 5. С. 98–104.
- Франк-Каменецкая О. В., Власов Д. Ю., Маругин В. М.* Комплексный мониторинг состояния памятников из камня в городской среде // В сб.: «Экология Санкт-Петербурга и его окрестностей». СПб., 2005. С. 337–341.
- Франк-Каменецкая О. В., Власов Д. Ю.* Мониторинг состояния памятников из камня: учебное пособие. СПб.: СПбГУ, 2014. 32 с.
- Челибанов В. П., Маругин А. М., Франк-Каменецкая О. В., Нестеров Е. М., Власов Д. Ю., Рытикова В. В., Козловский А. С.* Оценка качества атмосферного воздуха в связи с состоянием памятников культурного наследия. Обзор методов и устройств // Музей под открытым небом. Проблемы сохранения памятников из камня и бронзы. СПб., 2012. С. 19–25.
- Cutler N., Viles H.* Eukaryotic microorganisms and stone biodeterioration // Geomicrobiology Journal. 2010. Vol. 27, № 6–7. P. 630–646.
- De los Rios A., Ascaso C.* Contributions of in situ microscopy to the current understanding of stone biodeterioration // International Microbiology. 2005. Vol. 8, № 3. P. 181–188.
- Fitzner B., Heinrichs K., Kownatzki R.* Weathering forms: classification and mapping // Naturstein-konserierung in der Denkmalpflege. Berlin, 1995. P. 41–88.
- Franzetti A., Talangelo V., Gandolfi I., Bertolini V., Bestetti G., Diolaiuti G., D'Agata C., Mihalcea C., Smiraglia C., Ambrosini R.* Bacterial community structure on two alpine debris-covered glaciers and biogeography of *Polaromonas* phylotypes // The ISME journal. 2013. Vol. 7, № 8. P. 1483–1492.
- Gaylarde C. C., Gaylarde P. M.* A comparative study of the ma-

- for microbial biomass of biofilms on exteriors of buildings in Europe and Latin America // *International Biodeterioration and Biodegradation*. 2005. Vol. 55, № 2. P. 131–139.
- Gleeson D., Clipson B. N., Melville K., Gadd G. M., Dermott F. P.* Characterization of fungal community structure on a weathered pegmatitic granite // *Microbial ecology*. 2005. Vol. 50. P. 360–368.
- Graue B., Siegesmund S., Oyhantcabal P., Naumann R., Licha T., Simon K.* The effect of air pollution on stone decay: the decay of the Drachenfels trachyte in industrial, urban, and rural environments — a case study of the Cologne, Altenberg and Xanten cathedrals // *Environmental earth sciences*. 2013. Vol. 69, № 4. P. 1095–1124.
- Pereira de Oliveira B., de la Rosa J. M., Miller A. Z., Saiz-Jimenez C., Gomez-Bolea A., Sequeira Braga M., Dionisio A.* An integrated approach to assess the origins of black films on a granite monument // *Environmental Earth Sciences*. 2011. № 63. P. 1677–1690.
- Portillo M. C., Gonzalez J. M.* Microbial community diversity and the complexity of preserving cultural heritage // *Smithsonian Contributions to Museum Conservation* / edited by A. E. Charova, C. McNamara, R. J. Koestler. 2011. № 2. P. 19–29.
- Rodriguez-Navarro C., Jroundi F., Schiro M., Ruiz-Agudo E., Gonzalez-Muoz M. T.* Influence of Substrate Mineralogy on Bacterial Mineralization of Calcium Carbonate: Implications for Stone Conservation // *Applied and Environmental Microbiology*. 2012. Vol. 78, № 11. P. 4017–4029.
- Scheerer S., Ortega-Morales O., Gaylarde C.* Microbial deterioration of stone monuments — an updated overview // *Advances in applied microbiology*. 2009. Vol. 66. P. 97–139.
- Schiavon N.* Biodeterioration of calcareous and granitic building stones in urban environments // *Geological Society, London, Special Publications*. 2002. Vol. 205, № 1. P. 195–205.
- Shigorets S. B., Grishkin V. M., Vlasov D. Yu., Zhabko A. P., Kovshov A. M., Vlasov A. D.* Development of stone monuments monitoring sistem with using of computer technology // *Biogenic-abiogenic interactions in natural and antropogenic*

- systems: V International Symposium. SPb., 2014. P. 159–160.
- Štyriaková I., Štyriak I., Oberhänsli H.* Rock weathering by indigenous heterotrophic bacteria of *Bacillus* spp. at different temperature: a laboratory experiment // *Minerology and Petrology*. 2012. № 105. P. 135–144.
- Thornbush M., Viles H.* Changing patterns of soiling and microbial growth on building stone in Oxford, England after implementation of a major traffic scheme // *Science of the Total Environment*. 2006. Vol. 367, № 1. P. 203–211.
- Tiano P.* Biodegradation of cultural heritage: decay mechanisms and control methods // Seminar article, New University of Lisbon, Department of Conservation and Restoration. 2002. P. 7–12.
- Vandevivere P., Welch S.A., Ullman W.J., Kirchman D.L.* Enhanced dissolution of silicate minerals by bacteria at near-neutral pH // *Microbial ecology*. 1994. Vol. 27, № 3. P. 241–251.
- Viles H.A., Cutler N.A.* Global environmental change and the biology of heritage structures // *Global Change Biology*. 2012. Vol. 18, № 8. P. 2406–2418.

Природные и арт-объекты в ландшафте дворцово-паркового ансамбля «Сергиевка», Петергоф

Д. В. Осипов

Санкт-Петербургский государственный университет

osipov.dmitr@yandex.ru

Статья посвящается 200-летию герцога Максимилиана Лейхтенбергского (1817–2017), недооцененно много сделавшего для развития культуры, искусства, науки, образования, здравоохранения и технического прогресса его второй родины — России.

В ожерелье всемирно известных парков Санкт-Петербурга и его пригородов южного побережья Финского залива дворцово-парковый ансамбль усадьбы «Сергиевка» в Петергофе занимает свое особое и неповторимое место. Сохранившийся до наших дней летний дворец — центральная постройка усадьбы, был сооружен в 1842 году по проекту выдающегося зодчего России архитектора А. И. Штакеншнейдера на месте разобранного старого деревянного дворца предыдущего хозяина усадьбы — К. А. Нарышкина (годы владения: 1822–1839). По велению императора Николая I усадьба «Сергиевка» дарилась к свадьбе любимой дочери Марии, которая выходила за герцога Максимилиана Лейхтенбергского (Новиков, 1997; Осипов, 2005; Белякова, 2010).

Ранее нами были проведены многолетние исследования с привлечением известных публикаций по дворцово-парковому ансамблю «Сергиевка» (Осипов, 2002, 2005, 2008а, 2012). Прежде всего, это монографическое описание, подготовленное Ю. В. Новиковым (1997) в серии научных трудов «Памятники истории и культуры Санкт-Петербурга» по архивным материалам КГИОПа, скрупулезные краеведческие работы В. А. Гущина (2016), историографические исследования С. Б. Горбатенко (2001) и Т. А. Петровой (2012). Настоящая работа посвящена малым архитектурным формам дворцово-паркового ансамбля «Сергиевка».

Ландшафтный парк «Сергиевка» (Рис. 1). Сформированное мастерами архитектурно-паркового строительства начала XIX века разнообразие растительных форм, ландшафтных решений и ви-

довых перспектив создавало неповторимую пространственную цветовую композицию с незабываемыми акцентами в течение смены времен года. Парк романтизма поэтизировал природу Севера с ее лаконичной суровой красотой, небогатой растительностью, снежной зимой и коротким летом. Художественный объем парка складывался из совокупности тщательно выстроенных парковым архитектором «пейзажных картин», объединенных сетью прогулочных дорожек и видовых площадок. Гармония ландшафтных решений достигалась единством искусственного и естественного, природного и человеческого. Основным вкладом в формирование ландшафтов «Сергиевки» были внесены при владении П. А. Румянцевым и его сыновьями, и в большей части К. А. Нарышкиным. К ландшафтной планировке и парковым работам привлекался выдающийся садовый мастер П. И. Эрлер, известный по своим замечательным творениям в парках Петергофа.

На террасах усадьбы, перед дворцом, имела место четкая осевая композиция с элементами регулярного парка. Так, у западного фасада дворца терраса с двух сторон была ограничена каменными четырехугольными перголами с трельяжем для дикого винограда и хмеля, что создавало замкнутое пространство для двух фонтанов, цветника и парковой скульптуры. Дальше, вглубь парка осевая планировка постепенно растворяется в его массиве, парк приобретал все более пейзажный вид. Основным композиционным элементом парка — искусно спланированные насыщенные пейзажи, в которых значительную роль играли малые архитектурные формы. Благодаря им усиливалась поэтизация природы и, как полагали создатели — парковые архитекторы, совершенствовались естественные чувства человека, обогащался его внутренний мир (Нащекина, 2007).

После революции, с 1920 года ансамбль велико-княжеской усадьбы «Сергиевка» был передан в распоряжение Петроградского (Санкт-Петербургского) Университета — Петергофскому естественнонаучному институту (Биологическому институту Университета). И этим во многом определилась особенность его судьбы как памятника садово-паркового искусства. Культурно-исторические ценности усадьбы не были музеефицированы, как дворцы и парки Петергофа и Ораниенбаума. Проблема их

сохранения стала тем самым делом руководства Биологического института и Университета вот уже почти на столетний период.

Первое геоботаническое (природное) описание парка «Сергиевка» выполнил профессор Биологического института Н. А. Буш со своими учениками в 1925 году. Научную значимость работы Н. А. Буша трудно переоценить, поскольку она представляла собой базовое исследование растительности парка, особенностей формирования ландшафта, редких видов «сбежавших» с клумб у дворца и одичавших чужеземных растений.

Парк катастрофически пострадал во время Великой Отечественной войны. Его территория оказалась на передней линии фронта знаменитого Ораниенбаумского плацдарма в системе обороны Ленинграда с сентября 1941 по январь 1944 гг. По наблюдениям, проведенным в 1945 г., в результате обстрелов, бомбежек, пожаров, вырубок для фортификационных работ, повреждений снарядами и осколками, особенно, старовозрастных деревьев, было утрачено до 60% старовозрастного древостоя. Позднее многие годы возникали вторичные повреждения старых деревьев грибами и насекомыми (Осипов, 2005).

Территория усадьбы «Сергиевка» площадью более 100 га представляет собой старинный парк, сформированный еще в начале XIX века на месте естественного лесного массива по склону двух береговых уступов Финского залива и луговых участков на верхней и нижней террасах. Парк создавался на основе максимального использования естественных особенностей рельефа и растительности южного побережья Финского залива. Парк «Сергиевка» в настоящее время имеет статус комплексного памятника природы и включен в «Красную книгу природы Ленинградской области. Том 1. Особо охраняемые природные территории», Санкт-Петербург, 1999.

Совершенно очевидно, что помимо использования природных ресурсов усадьбы его владельцы вносили в парковый ландшафт многочисленные малые архитектурные формы, стили которых определялись не только их вкусами, но также и сменой парадигм, новыми художественными формами садово-паркового искусства в начале XIX века при переходе от классицизма к романтизму (Юмангулов, 1992; Евсеева, 2005). В отношении «Сергиевки»

это декоративно-функциональные элементы гидросистемы, архитектурный стиль парковых хозяйственных и служебных сооружений, специфическая архитектура парковых павильонов, беседки, перголы, парковая скульптура, тумбы и цветочные чаши, фонтаны, художественно оформленные камни-сиделки, фонари, металлические ограды (Илл. 1–8). Хорошо продуманная система прогулочных дорожек позволяла любоваться богатыми парковыми пейзажами. До революции северная территория парка вдоль шоссе Ораниенбаум — Петергоф была огорожена металлической решеткой на каменных опорах.

К сожалению, остался только след от минувшей жизни дворцово-парковой усадьбы, почти два столетия назад полнокровной и бившей ключом. Много потеряно — уже безвозвратно. В нашем исследовании мы попытались восстановить общую картину, понимая, что соприкасаемся лишь с осколками разбитого, утраченного, заброшенного, и познаем, как прекрасно было это утраченное целое.

Благодаря усилиям руководства Биологического института Университета, а также пониманию и поддержке со стороны Комитета Государственной инспекции охраны памятников администрации Ленинграда, в начале 1980-х гг. была проведена очистка основных прудов, реконструкция каменных гидросооружений, восстановление поврежденного во время войны паркового хозяйства, дренажной и дорожно-тропиночной систем усадьбы «Сергиевка», а также масштабные санитарные рубки поврежденного древостоя (главный архитектор — К. Д. Агапова, генеральная подрядная организация — Трест Ленмостострой Управления Главленинградинжстроя).

Скульптурное убранство парка. В гармоничном дополнении к дворцовой интерьерной и украшающей фасады скульптуры (Кривдина, 2002, 2006; Осипов, 2008а, б, 2012), в усадьбе была богато представлена парковая скульптура. Конечно, мы понимаем всю условность разделения произведений только по месту расположения в дворцово-парковом ансамбле, поскольку за столетний период имели место многочисленные перемещения произведений в центральной части усадьбы в помещения дворца или обратно — на террасы и парковые лужайки. Напомним, что

часть скульптуры усадьбы «Сергиевка» в 1920–1930-е гг. была передана в Фонды музеев Петергофа и в Эрмитаж (Осипов, 2008а, б, 2010).

На нижней поляне под дворцом около чаши большого фонтана стояли две мраморные парковые скульптуры (Рис. 1): скульптура «Вакханка с чашей» скульптора Жана Жозефа Хуку и скульптура «Вакханка с гроздьё винограда» скульптора Джозефа Уилтона (Андросов, 2011). В 1936 году эти произведения были перемещены в Фонды музеев Петергофа. Благодаря героическим усилиям сотрудников Музея скульптуры были сохранены и не пострадали в годы немецкой оккупации Петергофа.



Рис. 1 Поляна от северного фасада дворца к Финскому заливу. Фонтан, парковая скульптура. Фото 1880-е гг.

В настоящее время скульптуры двух вакханок экспонируются на Монплеzirской аллее в Нижнем парке ГМЗ «Петергоф».

За большим фонтаном располагалась бронзовая копия бюста божества «Терм, древний языческий бог, охраняющий границы полей» скульптора И. И. Подозерова (около 1857 г.) (Кривдина, 2002). Скульптура была уничтожена в годы войны.

На террасе южного фасада дворца стояли две мраморные скульптуры работы Б. Торвальдсена: «Геба» (1816), уничтоженная в годы войны, и «Немезида» (1846), разрушенная в годы войны, но восстановленная реставраторами Государственного Русского музея в 2011 г. (Осипов, 2012). В центре террасы на высоком гранитном пьедестале стояла декоративная ваза из желтого песчаника с коричневыми разводами (Рис. 2). Она была разрушена уже в послевоенные годы. Две части вазы (без ножки) были найдены в ликвидируемом в 2007 г. хозяйственном складе. Ваза была восстановлена в 2013–2014 гг. специалистами ООО «Реставрационные Мастерские «Наследие» и установлена во дворце усадьбы (Осипов, Шумилова, 2015).



Рис. 2 Терраса южного фасада дворца и южная поляна. Декоративная каменная чаша, парковая скульптура, церковь Св. Екатерины. Фото 1880-е гг.

На поляне у южного фасада дворца стояли две мраморные скульптуры, которые нам не удалось атрибутировать. Это мраморные скульптуры «Рыбачка с сетью» и «Девушка с гирляндой над головой». Возможно, эти произведения сохранились в усадьбе из наследия К. А. Нарышкина.

В разные годы начала XX века на поляне перед дворцом располагалась мраморная скульптура «Венера Каллипига» (реплика с римской копии I в до н. э., по греческому оригиналу III в до н. э.), она была разрушена осенью 1941 г. после минометного обстрела дворца. На фотографии 1907 г. на северо-западном углу террасы дворца видна в парковом интерьере мраморная скульптура «Венера Итальянская» (копия с античного оригинала) скульптора А. Кановы (1804 г.), хотя на многочисленных фотографиях 1920–30-х гг. она неизменно присутствует в помещениях дворца. Напомним, что в 1936 г. скульптура была перемещена в Фонды музеев Петергофа. Она была сохранена героическими усилиями музейных работников в сентябре 1941 г. и с 1954 г. украшает фонтан Квадратного пруда перед южным фасадом Большого дворца Верхнего парка ГМЗ «Петергоф».

На террасе западного фасада дворца, с рядами пергол между фонтаном и чугунной оградой с чашами для цветов, на гранитном пьедестале стояла гальванопластическая копия скульптуры «Геба», с мраморного оригинала скульптора А. Кановы (Рис. 3). Оригинал экспонируется в Государственном Эрмитаже. Вокруг мраморного приямка фонтана в цветниках располагались фаянсовые табуреты в виде бочонков с китайской росписью, которые



Рис. 3 Терраса западного фасада дворца, Детский флигель. Перголы. Парковая скульптура. Фото около 1907 г.

были отмечены также и на лужайке южного фасада дворца. Они были выполнены на Императорском фарфоровом заводе по модели из Мейссена. Эти малые архитектурные формы были отмечены и для «Александрии» (Юмангулов, 1992).

Перед парадным входом восточного фасада дворца на известняковых плитах стояла парная анималистическая группа «Собаки» (Рис. 4), гальванопластические копии с античных оригиналов (Кривдина, 2006; Осипов, 2008а, б). Во время войны скульптура была утрачена. В 2001 г. одна гальванопластическая скульптура с большими повреждениями была найдена мной на чердаке Китайского дворца Музея-заповедника «Ораниенбаум» и передана в «Сергиевку» для восстановительных работ. Скульптура была реставрирована моими коллегами — физиками СПбГУ — В. И. Цибулей и В. В. Берцевым, после чего была установлена перед входом в актовyy зал дворца. Сейчас скульптура «Собака» находится в Фонде скульптуры ГМЗ «Петергоф».



Рис. 4 Восточный фасад дворца. Анималистическая группа «Собаки». Фото 1867 г.

Сведения о другой парковой скульптуре усадьбы «Сергиевка» мы приведем в последующих разделах этой статьи, в частности,

при описании парковых павильонов и фонтанной системы ансамбля.

Фонтанная система усадьбы. Результаты наших исследований показывают, что фонтанная система усадьбы «Сергиевка» включала 11 фонтанов и имела уникальные особенности (Рис. 1). Она являлась существенным элементом архитектурного оформления дворца, террас, лужаек, дворигов усадьбы и парковых ландшафтов (Осипов, 2012). Владелец усадьбы — герцог Максимилиан Лейхтенбергский имел эксклюзивную возможность использовать энергетическую паровозную установку, построенную на своем заводе, не в транспортных, а в утилитарных целях — для обеспечения фонтанной системы. Напомним, что герцог Максимилиан Лейхтенбергский стоял у истоков отечественного паровозостроения. В специальном каменном здании водяной насос, соединенный с паровой машиной (не менее 20 лошадиных сил), позволял нагнетать воду на высоту до 5–6 метров фонтанов верхней террасы около дворца. Воды Финского залива — тогда еще достаточно чистые — обеспечивали фонтанную систему усадьбы «Сергиевка».

Каменное здание водокачки (архитектора А. И. Штакеншнейдера) имело высокую кирпичную трубу, обложенную металлическим кожухом. Оно стояло на берегу Финского залива несколько западнее выхода перспективного луга на взморье (Рис. 5). Водокачка была построена недалеко от места господской бани прежнего имения Румянцевых и К. А. Нарышкина.

Фонтаны били только в дни пребывания в усадьбе хозяев и, конечно, не круглосуточно. Комбинированный характер водоснабжения фонтанов усадьбы позволял избежать излишнего обводнения дворцово-парковой территории, поскольку отработанная вода фонтанов попадала либо в дренажную систему, либо по трубам снабжала фонтаны, расположенные ниже верхней террасы усадьбы. Описания отдельных фонтанов будут приведены ниже.

Гидросистема парка. Особую неповторимую красоту парку придавали искусственные пруды и два прорезающих парк с севера на юг глубоких оврага, по дну которых к заливу устремлялись ручьи, перегороженные многочисленными каменными плотинами и с переброшенными живописными мостиками (Рис. 6–10).



Рис. 5 Здание водопадающей машины. Фото 1970-е гг.



Рис.6 . Плотина Большого пруда. Восстановленные чугунная решетка и гранитные тумбы. Фото 1991 г.



Рис.7 Каскад плотины Большого пруда. Водопад. Фото 1930-е гг.



Рис. 8 Восстановленная гранитная плотина-мостик восточного ручья.
Фото 2006 г.



Рис. 9 Восстановленный гранитный мостик протоки западного ручья. Фото
2006 г.



Рис. 10 Чугунный мостик восточного ручья. Фото 1936 г.

В северной — нижней части парка все мосты были деревянными и в настоящее время не сохранились. В дореволюционное время насчитывалось до 14 мостов-плотин, 18 мостов, 3 большие дамбы, в некоторых напор воды достигал до 2–3-х метров.

Отметим важную историческую достопримечательность гидросистемы парка. На восточном ручье на небольшом расстоя-

нии друг от друга между массивными гранитными скошенными опорами были перекинута два изумительной красоты ажурных чугунных мостика (Леноблпроект, 1986; Новиков, 1997). Эти мостики были подарены Николаем I зятю — герцогу Максимилиану Лейхтенбергскому ко дню рождения. Чугунные элементы мостиков были отлиты на заводе Берда в Петербурге по чертежам графа Алексея Федоровича Львова (1798–1870 гг.) — не только талантливого инженера, но и известного скрипача, музыканта, автора музыки гимна Российской Империи «Боже, Царя храни!». В 1930–40-е гг. чугунные мостики были разрушены, и былая привлекательность этого участка парка была утрачена. В 1950-е годы чугунные элементы мостиков были похищены «дикиими» собирателями металлолома

Ниже чугунных мостиков по ручью в начале XIX века небольшой каменной плотинкой был образован водоем, который еще с Нарышкинских времен назывался «Пруд графа Воронцова» (Гущин, 2002, 2016). Есть все основания полагать, что пруд был назван в честь графа, светлейшего князя, генерал-фельдмаршала Михаила Семеновича Воронцова (1782–1856 гг.), героя Отечественной войны 1812 года, командира русского оккупационного корпуса во Франции, генерал-губернатора Новороссии и Бесарабии, строителя Одессы, наместника на Кавказе.

В первой половине XIX века в парке было создано 8 искусственных прудов, грунт, от создания которых, использовался для формирования декоративных горок пейзажного рельефа, с целью придания большей живописности ландшафту плоской равнины верхней террасы парка. Эти первоначально искусственные пруды уже в 1920-е годы воспринимались основоположниками отечественной гидробиологии как вполне естественные водоемы, «созревшие» в биологическом плане, сформировавшие богатую фауну и флору (Дерюгин, 1921).

Еще в послевоенное время гидросистема парка снабжалась многочисленными естественными родниками, которые обеспечивали мощный напор воды в любое время года. Каскады хрустальных струй журчащие по каменным ступеням плотин и мостиков были характерной чертой паркового ландшафта «Сергиевка». Однако строительство Петергофского комплекса

Ленинградского университета, развернувшееся в 1970-е годы на территории нескольких квадратных километров южнее платформы «Университет», практически полностью лишило гидросистему парка родниковой воды. Родники перестали действовать. Ливневая вода через канализацию территории университетского комплекса стала уходить в Городские очистные сооружения, расположенные около Ораниенбаумского спуска. Основным источником водоснабжения гидросистемы парка стал только дренажный слив дождевых вод, к сожалению, богатый органикой. Все это резко изменило особенности водоснабжения гидросистемы парка, воды стало хронически не доставать. В летние месяцы русла ручьев стали пересыхать, а во время весеннего «половодья» вода насыщалась сероводородом. Из истории парка уже навсегда исчезли хрустальные струи каскадов.

В трех местах склонов восточного ручья были выложены гранитные ступени лестниц: двускатные под плотиной Большого пруда и под дворцом, а также односкатная лестница в месте схождения склонов правого берега ручья и литоринового уступа. Эти гранитные лестницы живописно дополняли тропиночную сеть глубокого оврага восточного ручья.

Нам удалось установить, что на берегу восточной части Большого пруда в середине XIX века располагалась каменная лодочная пристань. Этому способствовала случайная находка исторического рисунка парка «Сергиевка» в рекламных материалах распродаж антиквариата 2013 года (Галерея Вильницкого (<http://www.wilnitsky.com/russiancat.htm>)), любезно переданная мне сотрудником Биологического института Александром Дмитриевичем Мироновым (Рис. 11).

В аннотированном материале к рисунку на английском языке приводятся некоторые важные для нас сведения. Рисунок выполнен китайской тушью на бумаге известным швейцарским акварелистом и художником-пейзажистом Иоганном Якобом Мейером (1787–1858). На нем изображен парк усадьбы Лейхтенбергского в Петергофе. Рисунок датирован 1842 годом, когда И. Я. Мейер был приглашен Императорским двором в Санкт-Петербург. Этот антикварный лист был обнаружен среди подписанных рисунков и акварелей с видами великокняжеских резиденций под Санкт-

Петербургом в альбоме сестры Марии Николаевны великой княгини Ольги Николаевны, королевы Вюртемберга.

На этом рисунке, судя по подписи, изображен Большой пруд усадьбы со стороны восточного берега в западном направлении. Хорошо угадываются дошедшие до нашего времени отличительные очертания береговой линии Большого пруда. На восточном берегу в центре изображен небольшой каменный причал, декорируемый двумя фигурами смотрящих прямо «Львов» в зеркальном изображении (судя по положению хвостов). У левой фигуры «Льва» изображена причаленная прогулочная лодка.

По данным Описи Гейченко и Шульца в 1924 году, две фигуры львов из розового гранита на пьедесталах стояли уже не на каменной пристани Большого пруда, а на поляне перед южным фасадом дворца: «П. 172, 173. Фигуры львов из гранита, опустившиеся на все четыре лапы, передние вытянуты вперед, выдержаны строго фронтально; на прямоугольной подставке, спереди между лапами имеется отверстие. 2 штуки. Размеры: в. 0,60×1,03×0,29; в. подставки 0,9. Повреждения: поверхность обоих львов сильно повреждена». Сравнивая это описание с историческим рисунком, становится понятным функциональное назначение круглых отверстий между вытянутыми лапами «Львов». Можно уверенно утверждать, что в эти отверстия вставлялись крепежные металлические штыри с петлями для швартовой веревки прогулочных лодок.

Фигуры «Львов», смотрящих прямо, в парке «Сергиевка» относятся к стереотипному семейству сфинксоподобных львов, прототипом которых явились римско-египетские образцы, находящиеся в Капитолийских музеях в Риме. Они получили достаточно широкое распространение в оформлении российских дворцово-парковых ансамблей конца XVIII — начала XIX века. Среди них наибольшую известность имеют вариации двух зеркальных пар прямосмотрящих гранитных львов у Большого каскада перед Воронихинскими колоннадами в Нижнем парке Петергофа (скульптор И. П. Прокофьев), в парке Павловска также на пристани на Мариентальском пруду и в подмосковных усадьбах «Архангельское» и «Останкино». Вполне возможно, что гранитные скульптуры «Львов» появились в «Сергиевке»

еще в период владения усадьбой К. А. Нарышкиным (1822–1839).

Важно отметить, что ни на одной из фотографий достаточно богатого нашего фотоархива, запечатлевшего пейзажи усадьбы «Сергиевка» в 1920–1930-е годы, мы не могли отметить присутствия этих знаковых элементов паркового убранства. Хотя, судя по другим дворцово-парковым ансамблям пригородов Санкт-Петербурга, фигуры «Львов» — весьма выигрышный антураж для любительских фотографий многочисленных посетителей. Остается предположить, что «Львы» были перемещены из усадьбы «Сергиевка» либо в какие-то пока не известные музейные фонды, либо просто похищены.

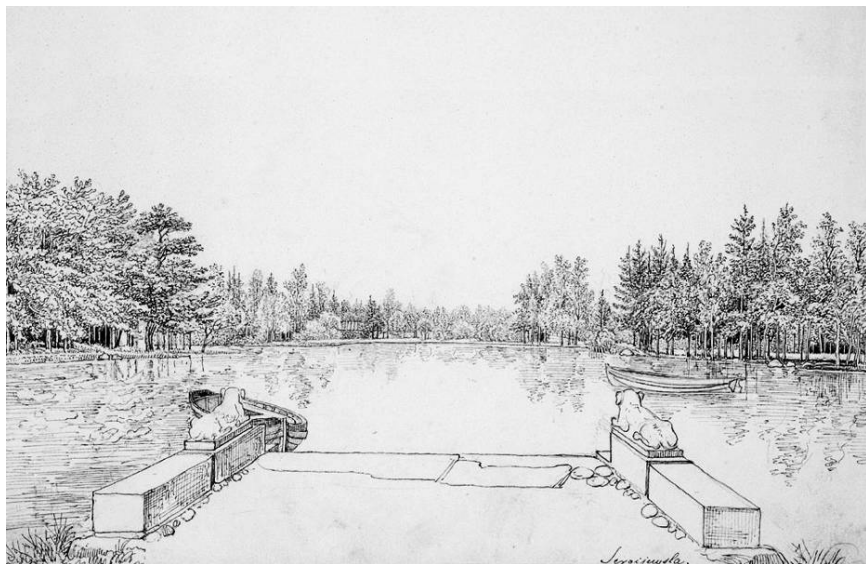


Рис. 11 Каменная лодочная пристань с гранитными львами на восточном берегу Большого пруда. *Рисунок И. Я. Мейера (1842).*

На берегу Большого пруда среди малых архитектурных форм помимо лодочной пристани с гранитными львами следует отметить «Березовый павильон», который находился на острове (Рис. 12). Остров занимал центральную часть Большого пруда. Судя по единственной фотографии этого паркового павильона начала XX века, место романтических уединений, представля-



Рис. 12 «Березовый павильон» на о. Большого пруда. Фото нач. XX в.

ло собой круглое в сечении сооружение с конической крышей, декорированное полосами бересты. Фундамент павильона был выложен обтесанными гранитными валунами. Интересно отметить, что на фотографии четко виден фрагмент маленького парома с лебедкой. В 1930-е годы павильон подвергся разрушению и в послевоенное время от него сохранился только гранитный фундамент. Отметим, что паромная переправа на остров указана на карте усадьбы «Сергиевки» 1843–1846 гг., правда, несколько южнее. Березовые павильоны достаточно обычная форма архитектурных решений пейзажных парков с русскими мотивами.

Впервые в Петергофе они появляются в Английском парке, затем в «Александррии» (Юмангулов, 1992).

И все же оптимистичной нотой на фоне описания исторических утрат малых архитектурных форм парка усадьбы «Сергиевка» является осуществленная реставрация основных каменных элементов ее гидросистемы: трех плотин, шести плотин-мостиков и одного мостика через протоку. Реставрационные работы были отлично выполнены в 1985–1987 гг. Генеральной подрядной организацией: «Главленинградинжстрой», Трест Ленмостостроя. Заказчиком восстановительных работ выступил Биологический научно-исследовательский институт Ленинградского университета. Приятно отметить, что автор настоящей статьи в те годы был директором института. Фактически это была первая крупномасштабная работа по сохранению природного и культурного наследия парка усадьбы «Сергиевка». Восстановленные в 1980-е годы каменные плотины, плотины-мостики, каскады и мостики придают парковому пейзажу усадьбы неповторимую красоту. Великолепная гирлянда плотин-мостиков восточного ручья привлекательна даже на фоне отмеченного дефицита природного снабжения водяного потока.

К сожалению, масштабные разрушения паркового хозяйства

нередко осуществляются и в наши дни. Так, на плотине Большого пруда с двух ее сторон были восстановлены гранитные тумбы и художественная чугунная решетка. В начале 1990-х годов в тяжелое перестроечное время местные вандалы сбросили эти малые архитектурные формы в водоем. Именно по причине большого риска уничтожения не были охвачены проекты воссоздания многочисленных деревянных мостиков парка, утраченных в послереволюционное время. С великой благодарностью отмечу, что высококвалифицированными проектировщиками «Института Ленгипроинжпроект» были выполнены великолепные эскизы многочисленных деревянных мостов парка «Сергиевка», но по понятным причинам, строительство их так и не было осуществлено. Ну, а с наступлением постперестроечного времени Университету было уже не до крупномасштабных реставрационных работ в парке.

На правом берегу ручья ниже дворца среди крон деревьев просматривался «Овражий» павильон с фонтанами и многочисленной скульптурой и две парковые беседки. Одна беседка-ротонда стояла на самой вершине террасы, от нее вниз в овраг по крутому гребню схождения склона верхней террасы и склона оврага спускалась к ручью лестница с гранитными ступенями. У ручья под дворцом ниже последнего реставрированного мостика-плотины над его крутым изгибом на искусственной горке располагалась другая беседка. Такие беседки, расположенные в различных частях парка, подчеркивали романтические мотивы пейзажей.

Парковый павильон «Чайный домик», построенный в «помпейском» стиле архитектором А. И. Штакеншнейдером (1843), располагался на западной границе дворцового луга, на полпути по парковой дорожке вдоль восточного оврага между дворцом и церковью Святой Екатерины (Новиков, 1997; Гуштин, 2002, 2016). Павильон прямоугольный в плане состоял из двух частей: открытой галереи с шестью каменными столбами в виде герм с лепными женскими головками и круглыми капителями и внутренними столбами без женских головок, и двух расположенных сзади по краям небольших прямоугольных помещений, соединенных между собой каменной декоративной стенкой (Рис. 13).



Рис. 13 «Чайный павильон». Фото 1920 г.

Между внутренними столбами и стенкой во внутреннем открытом дворике павильона располагался бассейн фонтана, водомет которого был оформлен мраморной скульптурой работы В. Бродского «Амур, спящий в створке раковины» (Осипов, 2012).

Павильон «Чайный домик» украшали две мужские мраморные статуи, упоминания о которых, к сожалению, отсутствуют в Описи дворцовой и парковой скульптуры усадьбы «Сергиевка» Гейченко и Шульца (1924). Мы установили причину этого неожиданного факта. Оказалось, что на найденных нами фотографиях «Чайного домика», датированных летом 1922 года, можно видеть фрагменты варварски разрушенных двух мраморных скульптур павильона. Безымянные описания именно этих фрагментов с указанием размеров мы находим в Описи Гейченко и Шульца.

Одну из скульптур можно уверенно атрибутировать как статую «Аполлино» — юного Аполлона, весьма популярную в музеях и дворцово-парковых ансамблях Европы, в том числе и пригородов Петербурга. Это была копия неизвестного автора первой трети XIX века с античного оригинала римской работы по эллиническому образцу IV в. до н. э. (возможно, школы Праксителя).

Вторую скульптуру из «Чайного домика», к сожалению, до сих пор не удалось точно атрибутировать, хотя у нас есть определенные предположения. Эта скульптура изображает обнаженного стоящего юношу, опирающегося на левую ногу, правая согнута

в колене, перекрещена с левой и касается плинта только пальцами стопы. С правой стороны от скульптуры крупный предмет неопределенной формы, скорее, ствол дерева, выполняющий функцию подставки. Между плинтом и драпировкой заметен фрагмент палки, точнее, посоха. Возможно, это скульптурная группа «Фавн с козленком» неизвестного автора.

Скульптурная группа «Фавн с козленком» в различных вариантах известных мастеров широко использовалась в оформлении дворцово-парковых ансамблей: в Нижнем парке Петергофа в садике перед Монплезиром в фонтане «Колокол», в Царском Селе в ансамбле знаменитой Гранитной террасы, а также представлена в экспозиции Лувра и других музеев.

Парковый павильон «Чайный домик», к сожалению, подвергся последовательным варварским разрушениям еще в 1920–1930-е годы. Перед войной здание уже представляло собой руины. В сентябре 1941 г. минометный и артиллерийский обстрелы немецкими батареями с Троицкой горы завершили полное уничтожение этого архитектурного памятника дворцово-паркового ансамбля «Сергиевка».

«Овражий» павильон с парковой скульптурой. На склоне оврага ручья располагался парковый павильон с высоким цоколем из блоков известняка и парными колоннами, который продолжал в западно-восточном направлении линию павильонов (Детского и Кавалерского) южного фасада дворца, сходного с ними архитектурного стиля. Особенностью этого «Овражьего» павильона (авторское обозначение павильона), судя по единственной дошедшей до нас архивной фотографии начала XX века, была многочисленная парковая скульптура на его террасе и вокруг цоколя павильона (Рис. 14).

На западной стороне террасы павильона за невысокой каменной оградой стояли черно-базальтовая женская скульптура, как мы выяснили, изображающая Клеопатру VII (Осипов, Федоровский, 2012), а также три гальванопластические копии с античных оригиналов: «Полигимния», «Венера Милосская» и «Диана Габийская», а между двумя последними на квадратной подставке стоял свободный маленький цилиндрический пьедестал с углублением посередине (Осипов, 2012). Мы установили, что этот пьедестал

по форме точно совпадает с пьедесталом скульптурной группы из белого мрамора «**Нимфа, играющая с дельфином**» сложного многоярусного фонтана французского скульптора-женщины Фелиси де Фово. Фонтан был приобретен Николаем I в Италии и установлен на северной террасе Коттеджа в Александрии Петергофа в конце 1840-х годов. Гальванопластическая копия с этой скульптурной группы использовалась для оформления фонтана в «Сергиевке».

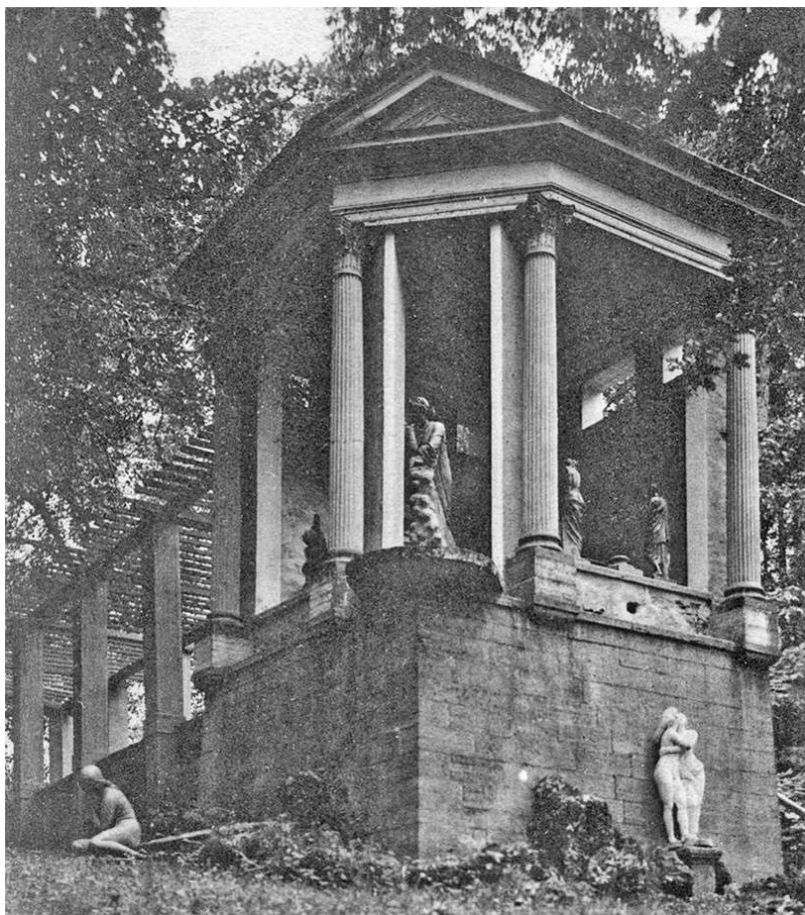


Рис. 14 «Овражий» павильон. Перголы. Парковая скульптура. Фото нач. XX века.

Два встроенных в цоколь фонтана оформляли западный и северный фасады «Овражьего» павильона. Чаши этих декоративных мраморных фонтанов имели форму морской раковины — гребешка. На исторической фотографии этого павильона хорошо видны места от демонтированных чаш. Под фонтанными раковинами были сложены горки и небольшие гроты из кусков туфа.

Под раковиной фонтана на западной стенке «Овражьего» павильона располагалась мраморная скульптурная группа «Амур и Психея», копия А. Кановы с античного оригинала (II в. до н.э.). Скульптура стояла на невысокой каменной горке из туфа и до пояса была окружена туфовой стенкой полукруглого в основании грота. Судя по сохранившимся на западной стенке следов подтеков от струй с краев раковины, скульптурная группа во время работы фонтана оказывалась под завесой водяных струй.

Известно, что в конце 1930-х годов ряд скульптур из усадьбы «Сергиевка» был перемещен в фонды Петергофских музеев, в том числе указанная выше скульптурная группа «Амур и Психея» и две мраморные чаши фонтанов (Осипов, 2008а, б). К счастью, они уцелели во время оккупации Петергофа. В 1945 году, после реставрации, скульптурная группа «Амур и Психея» с двумя фонтанными чашами были установлены в Китайском садике у Монплезира и в настоящее время представляют собой композицию нового прекрасного фонтана «Раковина» (Вернова, Знаменов, 2005).

Другая композиция с мраморной раковиной имела место и в скульптурном оформлении фонтана на северной стенке «Овражьего» павильона. Из водомета (возможно гальванопластическая скульптура с античного оригинала «Геракл, удушающий змей») вода попадала на поверхность раковины и оттуда, с ее краев, завесой водяных струй спадала на верхнюю стенку грота из глыб туфа, окружающую полукругом металлическую скульптуру «Ева у источника», копию из шпиатра, выполненную в литейной мастерской Морица Гайса в Берлине с мраморного оригинала скульптора Э. Х. Бейли (Осипов, 2010).

К сожалению, «Овражий» павильон был полностью разрушен; судьба для большей части парковой скульптуры, перенесенной в довоенное время из павильона ко дворцу, сложилась также трагически (Осипов, 2012).

Парковый фонтан. Ниже «Овражьего» павильона по склону располагался еще один фонтан, почти на самом берегу ручья. Назначение этого сооружения в дворцово-парковом ансамбле весьма существенно. Если десять фонтанов системы усадьбы «Сергиевка» служили архитектурными украшениями фасадов и террас дворца и подчеркивали перспективу (северную и южную) окружающих дворец полей, то парковый фонтан на берегу ручья, несомненно, был задуман как некий связующий элемент между торжеством струй фонтанов в дворцовом интерьере и природной зеленью великолепного ландшафта пейзажного парка усадьбы (Осипов, 2012). Этот фонтан был возведен на маленькой полянке у берега ручья, под сенью вековых деревьев. Размер бассейна фонтана составлял не более 2,5 м в диаметре. Скорее всего, это был высокоструйный фонтан. Мы установили, что фонтан был украшен гальванопластической скульптурной группой «Мальчик, играющий с гусем» с мраморной римской копии с греческого оригинала работы скульптора Бозфа из Халкедона (II в. до н. э.). Недалеко от места этого фонтана сохранился, как руинный камень, восьмигранный гранитный пьедестал скульптуры с фигурной прорезью для водоподводящей трубки.

Сейчас только немногие старожилы окрестностей усадьбы и ветераны Биологического института знают место расположения этого фонтана. Его чаша (бассейн) засыпана листвой, обломанными ветками, корой и гниющей древесиной и находится под толстым слоем дерна. И уже ничто не напоминает о прошлом великолепии.

А между тем, во второй половине XIX в. маленькая поляна на берегу ручья, где располагался фонтан, была едва ли не самым романтическим местом парка. Здесь словно соединились картины архитектурно-парковых ландшафтов времен предыдущих хозяев «Сергиевки» Румянцевых и Нарышкина. Блеск водяных каскадов и водопадов запруженного плотинами-мостиками ручья дополнялся брызгами фонтанной струи фонтана. По обоим склонам оврага ручья располагалась парковая скульптура. На противоположной (левой) стороне на массивных высоких гранитных пьедесталах возвышались ныне утраченные скульптуры Императора Александра Павловича

и Императрицы Елизаветы Алексеевны, работы неизвестного скульптора.

Парковые скамьи и камни-сиделки. Эти элементы малых архитектурных форм являются достаточно обычными для пейзажных парков и размещались в их наиболее привлекательных видовых местах. Так, в западной части северной террасы дворца была построена «помпейская» скамья из песчаного камня, с античными орнаментами, стенками с декорированными львиными лапами и характерным лебединым изгибом верхней части (арх. А. И. Штакеншнейдер, начало 1840-х г.). Такие каменные (мраморные) скамьи в авторском стиле одновременно появляются в императорских парках «Александрии» и на «Царицыном острове» в Петергофе. В 1837 г. архитектор побывал в заграничной командировке в Германии, Англии, Франции и Италии. На его творчество большое впечатление оказали произведения раскопок Помпеи и Геркуланума. Другая каменная помпейская скамья в стиле Штакеншнейдера располагалась в романтическом месте парка на склоне оврага под дворцом над «Парковым» фонтаном. На террасах и лужайках вокруг дворца размещались ажурные чугунные скамьи и скамьи из металлических прутьев.

На акварелях и литографиях парка середины XIX века запечатлена каменная скамья на высоком гранитном валуне со ступенькам на берегу Финского залива на самом уресе воды около здания с паровой машиной (Рис. 15) (Гришина, 2014). Поражает красота берегового пейзажа, природная чистота полосы песчаного пляжа, отсутствие прибрежной водной растительности морского берега усадьбы «Сергиевка». В наши дни это место, к сожалению, выглядит совсем по иному. Топкая прибрежная полоса шириной более 200 метров, заросшая тростником и мелким кустарником — очевидный признак экологического неблагополучия вод Финского залива. Каменная скамья сброшена с гранитного камня, но еще цела. На ее нижней стороне имеется четыре округлых несквозных отверстия для крепления ножек. Конечно, сейчас это не очень привлекательное место для любования прибрежными пейзажами.

На склоне оврага над «Каменной головой» располагался камень-сиделка, незатейливо выбитый из ледникового гранитного валуна. С этого места открывался великолепный вид на

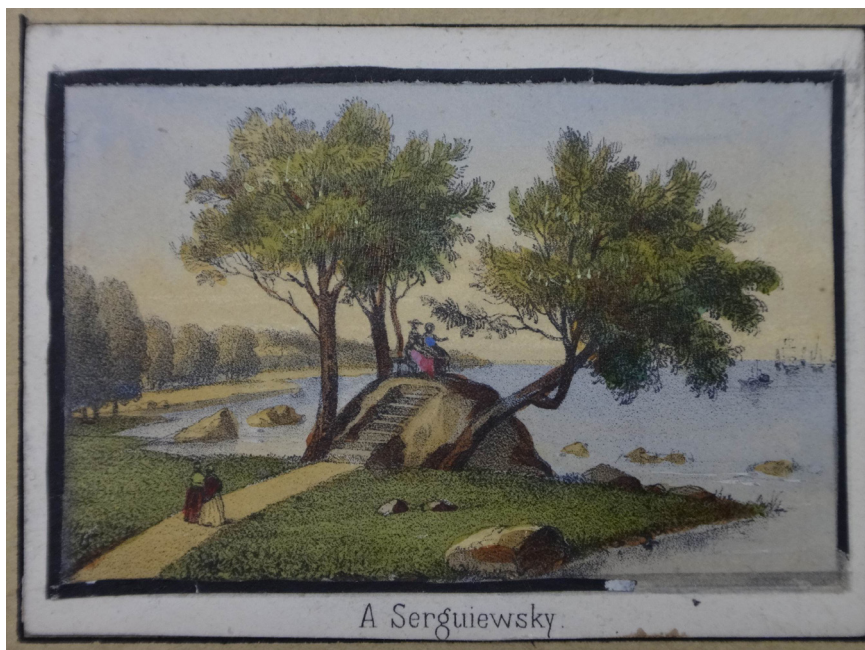


Рис. 15 Парк «Сергиевка». Вид берега Финского залива, камень со ступеньками и скамьей. Литография 1840-е гг.

небольшую поляну левого берега восточного ручья с историческими достопримечательностями, к которым мы перейдем ниже. Другой декоративный гранитный камень-сиделка располагался под литориновой террасой на левом берегу ручья. И еще один камень-сиделка украшает опушку нижнего парка при входе в него со стороны шоссе по западной — граничной дорожке.

Поляна с «Каменной головой» и обелиском. На западном берегу ручья на маленькой поляне лежала «Каменная голова» и стоял гранитный пьедестал. Весь этот романтический парковый пейзаж можно было наблюдать сидя на «помпейской» скамейке, расположенной на противоположном восточном склоне оврага под дворцом.

В настоящее время парковая скульптура «Каменная голова» наиболее известная достопримечательность среди посетителей «Сергиевки», краеведов и историков Петергофа (Рис. 16). До

сих пор не утихают споры об авторе этого произведения. Скорее всего «Голова» была вырублена из ледникового гранитного валуна во времена владения усадьбой графом П. А. Румянцевым-Задунайским и его сыновьями.



Рис.16 «Каменная голова» в овраге восточного ручья. Фото 2006 г.

В путеводителях по окрестностям Петергофа можно найти предположение о том, что на голове сказочного витязя находился шлем, вероятно, металлический. Действительно, на носу изваяния имеется круглое отверстие, возможно для крепления шлема. Историографы-пушкинисты считают, что летом 1818 года молодой А. С. Пушкин со своим другом Н. Н. Раевским-младшим побывал в мрачном овраге парка и здесь в воображении юного поэта родился один из фрагментов гениального плана будущей поэмы «Руслан и Людмила», которую он завершил уже спустя два года.

Мы предполагаем, что высеченный в камне лик русского воина в боевом шлеме олицетворял память о великом русском

полководце графе, генерал-фельдмаршале Петре Алексеевиче Румянцеве-Задунайском (1725–1796 гг.). А обелиск, который находился на этой же поляне на квадратном гранитном пьедестале, возможно, являлся прообразом знаменитого памятника Санкт-Петербурга — «Румянцева победам» (архитектор В. Бренна, 1799 г.). Таким образом, в пейзажном ландшафте «Сергиевки» была представлена одна из знаковых малых архитектурных форм — парковая память о «викториях», о военных победах при Екатерине II в Русско-турецкой войне (1768–1774 гг.). В 1932 году каменный обелиск был перемещен из «Сергиевки» в парк «Александрия» и оформлен как монумент строителям Петергофа (Юмангулов, 1992), где и находится сейчас около реставрированного в 2011 г. Фермерского дворца. Виртуально (!) восстановленные нами утраты парковой скульптуры на поляне с «Каменной головой» и гранитным обелиском представлены отдельной иллюстрацией (Рис. 17).



Рис. 17 Виртуальное восстановление в ландшафте парковой скульптуры: «Каменная голова» со шлемом и гранитный обелиск на пьедестале.

Фото-коллаж А. С. Чунаева.

Церковь Святой Екатерины. В дальней части поляны от южного фасада дворца под кронами вековых дубов располагалась Церковь Святой Екатерины, построенная по заданию Марии Николаевны архитектором А. И. Штакеншнейдером в 1845–1846 гг. (Васильева и др., 2006) (Рис. 18). Церковь построена в память о скончавшейся дочери Александры и сестры — Великой княжны Александры Николаевны в 1844 г.



Рис. 18 Церковь Св. Екатерины. Фото начала XX в.

В исторической литературе советского периода ее почему-то ошибочно называли «Капеллой». Это, безусловно, православная церковь, хотя и без каких бы то ни было канонических признаков храма. Прямоугольная в плане с плоской крышей она была облицована плитами белого итальянского мрамора. Цоколь церкви был оформлен блоками красного полированного гранита. По фризу шла надпись на древне-славянском языке. По периметру карниза церкви размещались выполненные в технике горельефа головы льва, вола, орла и ангела — раннехристианские символы четырех евангелистов. Крыша была увенчана фигурой ангела

с опущенными крыльями, держащего в руках четырехконечный крест. Другие восемь фигур ангелов поддерживали архитравы трех вытянутых прямоугольных окон (Кривдина, 2002) (Рис. 19).



Рис. 19 Три изображения гальванопластической скульптуры убранства церкви Св. Екатерины. Фото начала 1930-х гг.

Отличительной особенностью церкви Св. Екатерины в усадьбе «Сергиевка» было то, что здесь впервые в России и в мире скульптурное оформление архитектуры зданий было выполнено в технике гальванопластики, изобретателем которой был известный русский ученый академик Б. С. Якоби (Кривдина, 2002). Его ученик — герцог Максимилиан Лейхтенбергский доказал возможность получения полых копий скульптур и в дальнейшем широко использовал гальванопластические копии для скульптурного убранства Исаакиевского собора и дворцово-парковых ансамблей Санкт-Петербурга. Известно, что вышеупомянутые ангелы церкви, выполнены по эскизам скульптора И. П. Витали, и являлись прототипами (в уменьшенном размере 3:1) девяти из двенадцати ангелов для оформления внутреннего убранства барабана главного купола Исаакиевского собора.

Перед входом в церковь на больших мраморных пьедесталах стояли также гальванопластические статуи евангелистов Иоанна Богослова с орлом и Матфея с ангелом, которые также являлись прототипами (в уменьшенном размере 4:1) для оформления Исаакиевского собора. Эта гальванопластическая скульптура изготавливалась на заводе Максимилиана Лейхтенбергского,

построенного недалеко от Балтийского вокзала, предприятие называлось «Санкт-Петербургское гальванопластическое и художественной бронзы литья заведение».

Гальванопластическая скульптура церкви загадочно исчезла в конце тридцатых годов прошлого столетия (вероятно, ушла на переплавку). Церковь сильно пострадала во время Великой Отечественной войны от минометного обстрела; в послевоенное время была утрачена мраморная облицовка здания. Прискорбно сознавать, что в настоящее время здание находится в руинированном состоянии. Оно скрыто от взоров посетителей густыми зарослями паркового кустарника и самосадных послевоенных деревьев. К сожалению, никаких реальных планов восстановления этого исторического здания пока нет.

Еще одной исторической достопримечательностью церкви Св. Екатерины была семейная реликвия герцогов Лейхтенбергских, великих князей Романовских. На алтаре церкви хранилась фуражка и палаш Сергея Максимилиановича князя Романовского, герцога Лейхтенбергского, убитого в Русско-турецкую кампанию под Тырновом (Болгария) 24 августа 1877 г. Это была первая смерть в бою члена семьи Романовых.

Католическая «Капелла». Действительно, настоящая католическая «Капелла» находилась в самой северо-восточной части нижнего парка на берегу Финского залива. Ее точное месторасположение указано на карте усадьбы «Сергиевка» (1843 г., уточненной 1848 г.). Как пишут очевидцы, это было крошечное одноэтажное деревянное здание с каменным цоколем, небольшой открытой верандой (Гущин, 2002, 2016). Во второй половине XIX века сюда съезжалась вся польская аристократия, жившая в Петергофе и его окрестностях. Нам известна всего одна фотография 1920-х годов капеллы в «Сергиевке». Вероятно, это парковое сооружение исчезло из ландшафта усадьбы «Сергиевка» в тридцатые годы XX столетия, сейчас можно видеть только фрагментарные остатки его фундамента, покрытые толстым слоем дерна.

Гостевые, служебные и хозяйственные постройки усадьбы. Конечно, как великокняжеская усадьба «Сергиевка», кроме дворца, располагала многочисленными постройками утили-

тарного назначения, некоторые из них сохранились со времен предыдущих хозяев, некоторые были перестроены по проектам архитектора А. И. Штакеншнейдера в 1840-е годы (Новиков, 1997, Горбатенко, 2001). К последним относятся Гофмейстерский (Кавалерский) корпус, где жили гофмейстер, доктор, фрейлины и прислуга, и Кухонный корпус с каменным дровяным складом. Эти здания сильно пострадали во время войны, но были восстановлены в 1950-е годы. В восточной части усадьбы имелось два каменных двухэтажных здания смотрителя усадьбы и obsługi, а также Каретный корпус. В западной (хозяйственной) части усадьбы располагались банный домик, оранжереи, теплицы, ферма, зверинец, склады.

Здание крытой железнодорожной платформы «Ее Высочества Марии Николаевны» и мостик «Оранэла». Летом 1864 года начала функционировать железная дорога между Петергофом и Ораниенбаумом. Хозяйка «Сергиевки» Мария Николаевна безвозмездно выделила участок парка для прокладки железной дороги в южной его части. Здесь была построена крытая железнодорожная платформа «Ее Высочества Марии Николаевны» (Иванова, Мартиров, 2006) (Рис. 20). Кроме утвержденного проекта на строительство этого здания (1874) неизвестно никаких историографических материалов. Скорее всего, здание крытой платформы было разобрано в 1920-х гг. Ее место находилось в 50 м ближе к городу от платформы «Университет». Здесь же, на южной опушке парка «Сергиевка», располагается железо-бетонный мостик через восточный ручей парка недостроенной линии



Рис. 20 Проект крытой железнодорожной платформы «Ее Высочества Марии Николаевны», конец 1860-х гг.

скоростного электрического трамвая Петербург — Ораниенбаум (Оранэла), 1911–1914 гг. Поражает качество хорошо сохранившихся железобетонных конструкций мостика столетней давности.

Заключение

Итак, приведенные нами материалы показывают, что ансамбль усадьбы «Сергиевка» представлял собой значительную ценность как произведение паркового искусства и заслуживает дальнейшего глубокого историко-художественного изучения и последовательной комплексной реставрации. Для современников мир разоренных революцией и Отечественной войной дворцово-парковых ансамблей и усадеб привлекателен и загадочен. Парк усадьбы «Сергиевка» и в настоящее время сохраняет историческое значение как один из наиболее выдающихся пригородных парков Санкт-Петербурга и как замечательный образец русского садово-паркового искусства начала XIX столетия. Сформированные пейзажные виды парка «Сергиевка» по своей насыщенности и обилию композиционных элементов ничуть не уступали величию ландшафтных парков Петергофа и Ораниенбаума.

Литература

- Андросов С. О.* Скульпторы и русские коллекционеры в Риме во второй половине XVIII века. 2011. СПб. 274 с.
- Белякова З. И.* Честь и Верность. Российские герцоги Лейхтенбергские. СПб.: Logos, 2010. 160 с. Ил.
- Буш Н. А.* Растительность заповедного парка Петергофского естественно-научного института // Тр. Петергофского ест.-научн. Института. 1926. № 3. С. 7–75.
- Васильева Г. Б., Житорчук К. В., Кирикова Л. А.* Андрей Иванович Штакеншнейдер. Архитектурные проекты из собрания Государственного музея истории Санкт-Петербурга. Каталог. СПб. ГМИ СПб. 2006. 60 с.
- Вернова Н., Знаменов В.* 2005. К 300-летию Петергофа. 1705–2005. СПб.: Изд. «Абрис». 480 с.
- Гейченко С. И., Шульц П.* Описание художественных произведе-

- дений, находящихся на территории имения б. герцога Лейхтенбергского. Составлено в 1924 г. // Научный архив ГМЗ «Петергоф». Инв. № 748. Д. 35.
- Горбатенко С. Б.* Петергофская дорога. Историко-архитектурный путеводитель. СПб. Изд. «Европейский дом». 2001. 448 с.
- Гришина Н. А.* (гл. ред.) Петергоф в гравюрах и литографиях XVIII — начала XX века. СПб. Изд. «Издательство Альфа-колор». 2014. 96 с.
- Гуцин В. А.* А. И. Штакеншнейдер и Парк Сергиевка. СПб. Изд. «НИИХ СПбГУ». 2002. 32 с.
- Гуцин В. А.* История Петергофа и его жителей: В кн. СПб.: Нестор-История. 2016. Кн. V: Парки Петергофа.
- Дерюгин К. М.* Петергофские водоемы. Деятельность общества распространения естественноисторического образования в 1119–20 акад. Году // Естествознание в школе. 1921. № 1–2. С. 35–47.
- Евсеева Т.* (Отв. ред.) Парки. Сады. М.: Аванта+. 2005. 184 с.: ил. — (Самые красивые и знаменитые).
- Иванова Т. И., Мартиров В. Б.* Петергофская железная дорога. СПб.: «Латана». 2006. 119 с.
- Кривдина О. А.* Коллекция скульптур Лейхтенбергских. Санкт-Петербургский университет, специальный выпуск, 20 апреля, 2002. С. 11–13.
- Кривдина О. А.* Ваятели и их судьбы. Научная реконструкция творческих биографий российских скульпторов середины и второй половины XIX века. СПб.: Сударыня, 2006. С. 296–316.
- Леноблпроект. «Техническое обследование и научно-реставрационные изыскания по дворцу герцога Лейхтенбергского в Старом Петергофе. Историко-архитектурное исследование, по заказу Биологического научно-исследовательского института ЛГУ. Главный архитектор проекта — И. М. Селуянова». Л. 1986.
- Нащекина М. В.* Русские сады XVIII — первая половина XIX века. Серия: «Сады мира». М. Изд. «АРТ-РОДНИК». 2007. С. 256.
- Новиков Ю. В.* Собственная дача и Сергиевка в Старом

- Петергофе. Исследования и материалы. Памятники истории культуры Санкт-Петербурга. Вып. 4. Изд. «Белое и черное». СПб., 1997. С. 132–177.
- Осинов Д. В.* Царский венец — золотой, хрустальный, зеленый. Санкт-Петербургский университет, № 20 (3543), 11 сентября 2000 года: с. 19–23.
- Осинов Д. В.* Научно-исторический очерк // Парк «Сергиевка» — комплексный памятник природы (коллективная монография под ред. Д. Ю. Власова). Санкт-Петербург. 2005. С. 6–12
- Осинов Д. В.* Возвращение утраченных шедевров. (Поиски, атрибутирование и реставрация произведений из коллекции скульптур герцога Лейхтенбергского в усадьбе «Сергиевка»). В: Памятники. Вектор наблюдения. Сборник статей по реставрации скульптуры и мониторингу состояния памятников в городской среде. СПб. «Союз Дизайн». 2008а. с. 95–106.
- Осинов Д. В.* Некоторые итоги архитектурно-исторической реконструкции художественного убранства усадьбы «Сергиевка» // Материалы региональной молодежной эколого-краеведческой конференции «II экологическая школа в Петергофе — наукограде Российской Федерации: усадьба «Сергиевка» — территориальный эталон совмещения природного и культурного наследия». СПб. Старый Петергоф. 27–28 ноября 2008 г. СПб. 2008б. С. 124–138.
- Осинов Д. В.* Судьба скульптуры коллекции Лейхтенбергских в «Сергиевке»: через военные годы к возрождению в век нынешний. В: Материалы Первой научно-практической конференции ГМЗ «Петергоф» «Послевоенная реставрация: век нынешний и век минувший». 2010: с. 138–146.
- Осинов Д. В.* и др. Скульптура XVIII–XIX веков на открытом воздухе. Проблемы сохранения и экспонирования. СПб., 2010. 84 с. (*Осинов Д. В.* Возрождение утраченных шедевров. Итоги системной реставрации статуй семейства «Венера, снимающая сандалию» И. П. Витали: с. 50–56). Коллективная монография.
- Осинов Д. В.* Фонтанная система второй половины XIX в. усадьбы «Сергиевка» в Старом Петергофе. В.: Сборник статей Второй ежегодной конференции «Проблемы сохранения

- культурного наследия XXI век — 300 лет Петергофской дороге — 300 лет Ораниенбауму» ». 2011, СПб.: — Издательство «Европейский Дом», 2012: с. 84–97.
- Осипов Д. В.* Изучение культурного наследия дворцово-паркового ансамбля «Сергиевка», Петергоф. В: Материалы IX Международной экологической Школы-конференции в усадьбе «Сергиевка» — памятнике природного и культурного наследия: «Сохранение природной среды и оптимизация ее использования в Балтийском регионе». Санкт-Петербург, Старый Петергоф, 27–28 ноября 2014 г. Санкт-Петербург, 2014: с. 94–103.
- Осипов Д. В.* Дворцово-парковый ансамбль «Сергиевка»—через военные годы. В: Дворцы и война. К 100-летию начала Первой мировой войны. Сборник статей по материалам научно-практической конференции ГМЗ «Петергоф» / Проблемы сохранения культурного наследия. XXI век. V.— СПб.: Европейский Дом, 2015: с. 204–212.
- Осипов Д. В., Федоровский Г. Д.* Судьба чернобазальтовой скульптуры Клеопатры из собрания герцога Максимилиана Лейхтенбергского в усадьбе «Сергиевка», Старый Петергоф. Клио. Журнал для ученых. № 10 (70). Издательство «ПОЛТОРАК», 2012: с. 105–110.
- Осипов Д. В., Шумилова Х. В.* Исследование и реставрация двух каменных ваз из дворцово-паркового ансамбля «Сергиевка», Петергоф // Музей под открытым небом. Современные подходы к сохранению скульптуры / Под ред. В. В. Рытиковой, О. В. Франк-Каменецкой, Д. Ю. Власова. Воронеж: ООО «МС». 2015. С. 95–99.
- Петрова Т. А. Архитектор А. И. Штакеншнейдер.* 2012. СПб. Изд. Государственного Эрмитажа. 576 с.
- Юмангулов В.* 1992. Архитектура малых форм и скульптурное убранство парка Александрия // Петергоф. Альманах. Из истории дворцов и коллекций. СПб.: Изд. «Биографический институт «Студия биографика». С. 7–31.

Содержание

Опыт организации неформального экологического образования и просещения молодежи в г. Петергофе В. Н. Рябова, М. И. Барышников, Д. Ю. Власов, В. А. Васильева, Т. В. Кондрашова, Д. В. Осипов	3
Система ООПТ Санкт-Петербурга и задачи по ее совершенствованию Г. А. Носков	16
Невская губа Финского залива и окрестности Петербурга в миграционных системах птиц Европы Г. А. Носков, Т. А. Рымкевич	25
Мониторинг формирования орнитофауны и состояния редких видов птиц на комплексе защитных сооружений г. Санкт-Петербурга. (Предварительные результаты 2012–2016 гг.). Н. П. Иовченко	37
Современная ихтиофауна Невской губы Финского Залива И. Г. Мурза, О. Л. Христофоров, М. Н. Медведев	61
Разнообразие почв парка «Сергиевка» Н. Н. Матинян, К. А. Бахматова	70
Восстановление растительности рекультивированных прудов южной части Лугового парка (Водопроводящая система фонтанов г. Петергофа) В. Н. Рябова, В. А. Васильева	80
Роль повторяющихся генома в эволюции половых хромосом птиц А. Ф. Сайфитдинова, С. А. Галкина, Е. Р. Гагинская	107
Экологические аспекты проблемы сохранения памятников культурного наследия <i>Власов А. Д., Зеленская М. С., Сазанова К. В., Власов Д. Ю.</i>	121
Природные и арт-объекты в ландшафте дворцово-паркового ансамбля «Сергиевка», Петергоф Д. В. Осипов	140

Научное издание

ПРИРОДНЫЕ
И КУЛЬТУРНЫЕ РЕСУРСЫ
В ЭКОСИСТЕМАХ ПЕТЕРГОФА

Научные редакторы
Д. В. Осипов, Д. Ю. Власов

Подписано в печать 27.11.2016. Формат $60 \times 84^{1/16}$.
Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 10,17. Тираж 100 экз. Заказ № 250.

Отпечатано в Издательстве ВВМ .
198095, Санкт-Петербург, ул. Швецова, 41.