

Научная статья

УДК 574.4

DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-34-45

**Флористические и экобиоморфологические особенности побережья
обводненного карьера Янтарный**

Валентина Валерьевна Моисеенко¹, Надежда Александровна Цупикова²

^{1,2} Калининградский государственный технический университет, Калининград,
Россия

¹ valentina.moiseenko@klgtu.ru

² tsoupikova@klgtu.ru

Аннотация. В последние десятилетия образовалось множество отработанных карьеров по добыче полезных ископаемых открытым способом, поэтому все большую актуальность приобретают исследования, посвященные искусственной рекультивации и естественной ренатурализации карьеров. Несмотря на то, что много работ посвящено исследованию восстановления экосистем техногенно-нарушенных территорий, имеются аспекты, которые требуют более детального изучения. Это выявление специфики растительности, обусловленной зонально-климатическими и техногенно-ландшафтными особенностями конкретных территорий.

В данной статье приведены результаты изучения флористического состава побережья обводненного карьера Янтарный, в котором за последние 50 лет, прошедших после прекращения добычи янтаря, сформировались устойчивые растительные сообщества. Рассмотрена растительность крутых и пологих склонов обводненного карьера с точки зрения различий видового разнообразия на них, на основании чего выявлены особенности, характерные для обводненного карьера Янтарный. Также обнаружена неравномерность в зарастании побережья в зависимости от характера и величины рекреационной нагрузки на отдельные участки побережья данного водоема. Проективное покрытие побережья растительностью составляет 80 %. Установлено, что на побережье рассматриваемого обводненного карьера произрастают 47 видов сосудистых растений четырех жизненных форм, принадлежащих к 44 родам, 24 семействам. Более 20 % от общего числа видов составляют растения-виоленты. Преобладает травянистая и кустарниковая растительность. Обнаружены два вида инвазионных растений. Наблюдается переход к климаксовому сообществу с лесной древесной растительностью. Наибольшее видовое разнообразие растительности отмечено в переходной зоне от подножия к борту склона карьера.

Ключевые слова: фиторазнообразие, обводненный карьер, флористический анализ, жизненные формы растений, локальная растительность.

Для цитирования: Моисеенко В. В., Цупикова Н. А. Флористические и экобиоморфологические особенности побережья обводненного карьера Янтарный // Известия КГТУ. 2023. № 70. С. 34–45. DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-34-45.

Original article

Floristic and ecobiomorphological features of the flooded Yantarny quarry coast

Valentina V. Moiseenko¹, Nadezhda A. Tsupikova²

^{1,2} Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

¹ valentina.moiseenko@klgtu.ru

² tsoupikova@klgtu.ru

Abstract. Many open-pit mining pits have been excavated within recent decades, therefore research on artificial reclamation and natural renaturalization of quarries is increasingly relevant. Despite the fact that many works are devoted to the study of the restoration of ecosystems of technogenically disturbed territories, there are aspects that require more detailed study. These include: identification of features of vegetation, due to zonal-climatic and technogenic-landscape features of specific areas.

This article presents the results of studying the floristic composition on the coast of the watered Yantarny quarry, where stable plant communities have formed over the past 50 years since amber mining was stopped. The features of the steep and gentle slopes of the flooded quarry are considered in terms of the peculiarities of species diversity of vegetation on such slopes; based on it the features characteristic of the flooded Yantarny quarry are identified. Differences were also found in the overgrowth of the coast, depending on the recreational load upon individual parts of the reservoir coastline. The projective vegetation cover of the coast is about 80%. It has been established that 47 species of vascular plants of four life forms belonging to 44 genera and 24 families grow on the coast of the watered Yantarny quarry. 20% of the total number of species are violenta-plants. Herbaceous and shrub vegetation predominates. Two species of invasive plants have been found. There is a transition to a climax community with woody vegetation. The greatest variety of vegetation species grows in the transition zone from the foot to the side slope of the quarry.

Keywords: phytodiversity, flooded quarry, floristic analysis, life forms of plants, local vegetation.

For citation: Moiseenko V. V., Tsupikova N. A. Floristic and ecobiomorphological features of the flooded Yantarny quarry coast. *Izvestiya KGTU = KSTU News*. 2023; (70): 34-45. (In Russ.). DOI 10.46845/1997-3071-2023-70-34-45.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время на территории Калининградской области в разработке находится 44 карьера по добыче полезных ископаемых. Наиболее распространенным способом рекультивации таких объектов является их обводнение. Всего на территории области насчитывается несколько десятков водоемов, образованных вышеуказанным способом.

Карьерные комплексы являются антропогенными экотопами, и флора их побережья формируется в результате самозарастания. Восстановление растительности относится к актуальным проблемам ботанико-экологических исследований, которые способствуют разработке эффективных способов рекультивации нарушенных экотопов. Поэтому установление закономерностей процесса формирования растительного покрова на нарушенных землях представляет существенный интерес для планирования и осуществления фитомелиоративных мероприятий. Кроме того, изучение естественного зарастания карьеров по добыче полезных ископаемых позволяет установить направление сукцессионных смен и определить степень необходимости вмешательства в естественный ход восстановления растительного покрова.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исследования флористического и экобиоморфологического состава побережья обводненного карьера Янтарный проводились маршрутным методом в летний период 2022 г. Для выявления видового состава растений были заложены учетные площадки (10×10 м) в трехкратной повторяемости. В результате анализа полученных данных составлен список видов сосудистых растений, осуществлена таксономическая и биоморфологическая классификация. Для изучения видового состава растительных сообществ использовались общепринятые методики геоботанических описаний [1, 2].

На рис. 1 представлена карта обводненного карьера Янтарный и обозначены берега с пологим склоном.

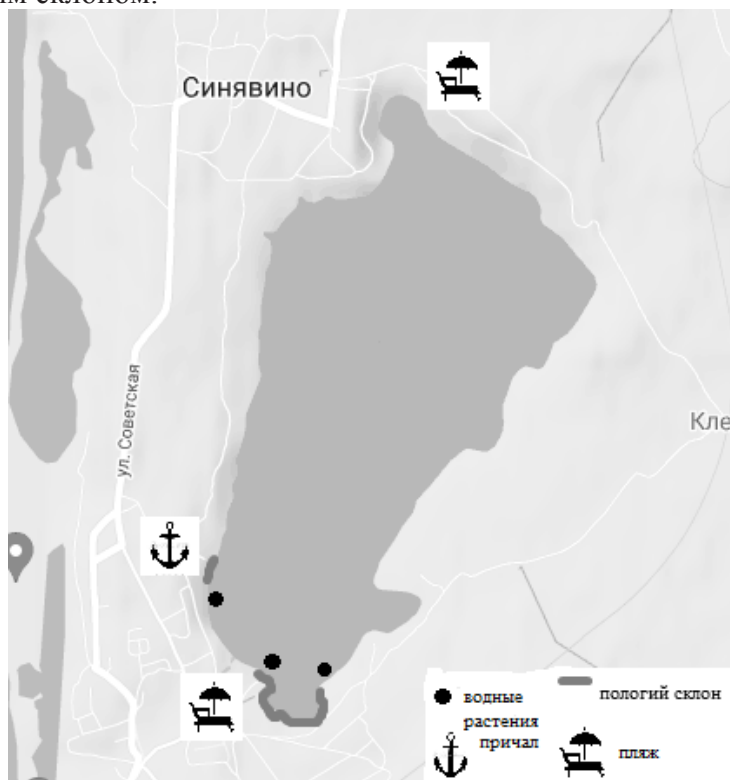


Рис. 1. Ситуационный план обводненного карьера Янтарный
Fig. 1. Layout of the flooded Yantarny quarry

Проведена типизация жизненных форм растений по классификации Раменского-Грайма, а также рассчитан коэффициент флористической общности для растительности склонов разной крутизны [3, 4].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обводненный карьер Янтарный (часто именуемый «оз. Янтариное» или «Синявинский карьер») расположен в курортной зоне на побережье Балтийского моря между поселками Янтарный и Синявино, относящимися к муниципальному образованию «Янтарный городской округ», в 40 км к северо-западу от г. Калининграда, в 0,7 км от Балтийского моря. По объему вод, согласно классификации В. М. Мишона [5], Янтарный относится к крупным водоемам ($0,02 \text{ км}^3$), по глубине, согласно С. П. Китаеву [6], – к очень большим. Средняя глубина достигает 18 м, максимальная – 23 м, в основном преобладают глубины от 15 до 20 м. Площадь водной поверхности составляет около 111 га, средняя ширина – 0,6 км, длина – 1,9 км, длина береговой линии – приблизительно 5 км [7].

Водоем образовался на месте бывшего карьера по добыче янтаря «Вальтер». Янтарь добывали открытым способом с 1913 года. Когда запасы янтаря на месторождении исчерпались, специалистами принято решение о его закрытии в связи с разработкой нового карьера с более высоким содержанием янтаря. В 1972 году в старом карьере «Вальтер» перестали осуществлять водопонижение (т. е. откачивать воду), и он заполнился родниковыми и грунтовыми водами, в результате чего образовался искусственный водоем – обводненный карьер Янтарный. В настоящее время на побережье располагаются официальное место для купания, кафе, дайвинг-центры и парусная секция, кемпинг с благоустроенной и охраняемой территорией и оборудованный родник [8].

Данный водный объект вытянут с юго-запада на северо-восток. С северо-восточной стороны лежат волнистые супесчано-глинистые плохо дренированные, переувлажненные приледниково-озерные равнины под широколиственными лесами на дерново-подзолистых различно оглеенных почвах, а с юго-западной стороны – волнистые супесчано-суглинистые валунные замедленно дренированные приподнятые моренные равнины под широколиственными лесами на бурых лесных и глеевых почвах [9].

Заращение побережья происходит естественным путем. Берега в основном крутые, с отвесными склонами под углом почти 80° , что связано с карьерным происхождением водоема, лишь в нескольких местах оборудованы пологие берега, которые активно используются в рекреационных целях. Примерно на 40 % побережья доступ к водоему труднодоступен из-за крутизны склонов или недоступен в связи с арендой земельных участков.

Общее проективное покрытие растительностью побережья карьера составляет 80 %. Склоны покрыты деревьями и кустарниками, сменяющимися по мере приближения к урезу воды полукустарниками и травами, а у самого уреза воды – погруженными в воду гидрофитами. Проективное покрытие водными растениями самого водоема составляет менее 5 %. Установлено, что рекреационная нагрузка играет значительную роль в эмиссии биогенных веществ в данный водоем. Несмотря на смыв биогенов от фосфороносных пород с крутых склонов вследствие

нарушенности водоносных горизонтов, проективное покрытие макрофитами больше на побережье с пологими склонами, чем с крутыми [10]. При этом наибольшее зарастание наблюдается в местах, которые используются для купания, других отличительных особенностей (тип грунта, строение подводного склона) между пологим и крутым склонами нет. Этот факт позволяет предположить, что в местах наибольшей рекреационной нагрузки на водоем происходит усиленное поступление биогенных элементов (азота и фосфора), которое создает благоприятную среду для развития водной растительности.

Всего в результате обследования побережья данного водоема обнаружено 47 видов растений из 44 родов и 24 семейств. Преобладают семейства астровые и злаковые, большинство других обнаруженных семейств представлены всего одним видом. Результаты отражены в табл. 1.

Таблица 1. Структура флоры побережья обводненного карьера Янтарный
Table 1. Structure of the coastal flora of the flooded Yantarny quarry

Семейство	Число родов	Число видов	Доля от общего числа видов, %
Астровые (<i>Asteraceae</i>)	11	12	25,5
Злаковые (<i>Gramineae</i>)	7	8	17,0
Розовоцветные (<i>Rosaceae</i>)	5	5	10,6
Сапиндовые (<i>Sapindaceae</i>)	1	2	4,3
Хвощевые (<i>Equisetum</i>)	1	1	2,1
Амарантовые (<i>Amaranthaceae</i>)	1	1	2,1
Зонтичные (<i>Umbelliferae</i>)	1	1	2,1
Гераниевые (<i>Geraniaceae</i>)	1	1	2,1
Крапивные (<i>Urticaceae</i>)	1	1	2,1
Гвоздичные (<i>Caryophyllaceae</i>)	1	1	2,1
Капустные (<i>Brassicaceae</i>)	1	1	2,1
Бобовые (<i>Fabaceae</i>)	1	1	2,1
Коноплевые (<i>Cannabaceae</i>)	1	1	2,1
Пасленовые (<i>Solanaceae</i>)	1	1	2,1
Рогозовые (<i>Typhaceae</i>)	1	1	2,1
Телиптерисовые (<i>Thelypteridaceae</i>)	1	1	2,1
Аириные (<i>Acoraceae</i>)	1	1	2,1
Подорожниковые (<i>Plantaginaceae</i>)	1	1	2,1
Адоксовые (<i>Adoxaceae</i>)	1	1	2,1
Жимолостные (<i>Caprifoliaceae</i>)	1	1	2,1
Лоховые (<i>Elaeagnaceae</i>)	1	1	2,1
Ивовые (<i>Salicaceae</i>)	1	1	2,1
Буковые (<i>Fagaceae</i>)	1	1	2,1
Березовые (<i>Betulaceae</i>)	1	1	2,1
Всего	44	47	100,0

Общее проективное покрытие растительностью побережья карьера составляет 80 %. Склоны покрыты деревьями и кустарниками, по мере приближения к урезу воды сменяющимися полукустарниками и травами, у самого уреза воды

погружены в воду гидрофиты (ежеголовник скученный (*Sparganium glomeratum* Laest. ex Beurl.) Neuman), аир обыкновенный (*Acorus calamus* L.).

В единичном экземпляре были обнаружены паслен сладко-горький (*Solanum dulcamara* L.) и хмель вьющийся (*Humulus lupulus* L.). Также выявлены два инвазионных вида – мелколепестник канадский (*Conyza canadensis* L.) и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.).

Растительность побережья обводненного карьера Янтарный по классификации жизненных форм И. Г. Серебрякова представлена четырьмя биоморфами (табл. 2).

Таблица 2. Биоморфы растений побережья обводненного карьера Янтарный
Table 2. Plant life forms of the flooded Yantarny quarry

Биоморфа	Число видов	Доля от общего числа видов, %
Деревянистые растения	14	29,78
Полудревесные растения	0	0
Наземные травы	30	65,95
Водные растения	3	6,38
Всего	47	100,0

Анализ жизненных форм показал, что преобладают наземные травы, из них 24 % составляют монокарпические, 76 % – поликарпические. Полудревесные растения отсутствуют. Водные растения представлены только земноводными видами: ежеголовник скученный (*Sparganium glomeratum* Laest. ex Beurl.) Neuman), аир обыкновенный (*Acorus calamus* L.), тростник обыкновенный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.), плавающие и подводные растения отсутствуют, в целом проективное покрытие водоема менее 5 %.

По классификации элементарных ландшафтов Б. Б. Польшова, на элювиальных ландшафтах доминирует рябиново-березово-разнотравное сообщество, на супераквальных – ивово-хвощевое, на субаквальном – аирово-тростниковое.

В каждом из перечисленных сообществ виды различаются по жизненным формам, экологическим особенностям и относятся, согласно Н. Н. Цвелеву, к разным ценотическим группам. Это разнообразие эколого-биологических свойств видов, заселяющих похожие местообитания, – важная особенность, позволяющая растениям в ходе восстановительной сукцессии успешно колонизировать свободные субстраты даже в условиях динамично меняющейся среды [11, 12].

Согласно классификации Раменского-Грайма, отображенной в табл. 3, преобладают виды-эксплеренты (70 %), которые играют важную роль в формировании субстрата. Представленные в таблице пациенты являются экотопическими. Виды в таблице расположены в порядке встречаемости.

Таблица 3. Растения побережья обводненного карьера Янтарный по классификации Раменского-Грайма

Table 3. Coastal plants of the flooded Yantarny quarry according to the Ramensky-Grime classification

Тип стратегии по Л.Г. Раменскому (Дж. Грайму)	Обнаруженные виды растений
Эксплерент (рудерал)	Мать-и-мачеха обыкновенная (<i>Tussilago farfara</i> L.), полынь обыкновенная (<i>Artemisia vulgaris</i> L.), одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg), ежевика сизая (<i>Rubus caesius</i> L.), кострец безостый (<i>Bromopsis inermis</i> Holub.), пырей ползучий (<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski), щетинник зеленый (<i>Setaria viridis</i> L.), хвощ полевой (<i>Equisetum arvense</i> L.), мятлик луговой (<i>Poa pratensis</i> L.), икотник серый (<i>Berteroa incana</i> L.), мятлик однолетний (<i>Poa annua</i> L.), сорго алеппское (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.), мелколепестник канадский (<i>Conyza canadensis</i> L.), лисохвост луговой (<i>Alopecurus pratensis</i> L.), облепиха крушиновидная (<i>Hippophaë rhamnoides</i> L.), чертополох колючий (<i>Carduus acanthoides</i> L.), осот огородный (<i>Sonchus oleraceus</i> L.), тысячелистник обыкновенный (<i>Achillea millefolium</i> L.), цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.), якобея обыкновенная (<i>Jacobaea vulgaris</i> Gaertn.), лопух малый (<i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.), бодяк полевой (<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.), бодяк болотный (<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.), клен ясенелистный (<i>Acer negundo</i> L.), марь луговая (<i>Chenopodium pratericola</i>), морковь дикая (<i>Daucus carota</i> L.), герань Роберта (<i>Geranium robertianum</i> L.), крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.), мыльнянка лекарственная (<i>Saponaria officinalis</i> L.), подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.), клевер ползучий (<i>Trifolium repens</i> L.), хмель вьющийся (<i>Humulus lupulus</i> L.), паслен сладко-горький (<i>Solanum dulcamara</i> L.).
Пациент (стресс-толерант)	Тростник обыкновенный (<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.), болотный папоротник (<i>Thelypteris palustris</i> Schott), ежеголовник скученный ((<i>Sparganium glomeratum</i> Laest. ex Beurl.) Neuman), аир обыкновенный (<i>Acorus calamus</i> L.).

Виолент (конкурент)	Ива белая (<i>Salix alba</i> L.), береза повислая (<i>Betula pendula</i> Roth), рябина обыкновенная (<i>Sorbus aucuparia</i> L.), бузина черная (<i>Sambucus nigra</i> L.), клен остролистный (<i>Acer platanoides</i> L.), дуб черешчатый (<i>Quercus robur</i> L.), боярышник колючий (<i>Crataegus laevigata</i> (Poir.) DC), шиповник обыкновенный (<i>Rosa cinnamomea</i> L.), черемуха кистевая (<i>Prunus padus</i> L.), калина красная (<i>Viburnum opulus</i> L.).
------------------------	--

Замечено, что виды-виоленты начинают развиваться при возрасте отработанного карьера более десяти лет [13]. Поскольку зарастание бывшего карьера идет уже 50 лет, на его берегах наблюдается значительное количество видов-виолентов (более 20 %). Виды-пациенты, обитающие в неблагоприятных условиях (например, отсутствие почвенного слоя в результате разработки карьера и высокая влажность вблизи уреза воды), составляют 8 %.

Прослеживается смена сукцессионных серий от мелколиственных деревьев (ива белая (*Salix alba* L.), береза повислая (*Betula pendula* Roth)) к широколиственным (дуб черешчатый (*Quercus robur* L.), клен остролистный (*Acer platanoides* L.)).

По системе жизненных форм К. Раункиера, представленной в табл. 4, преобладают гемикриптофиты, что характерно для умеренных широт.

Таблица 4. Растения побережья обводненного карьера Янтарный по системе жизненных форм Раункиера

Table 4. Coastal plants of the flooded Yantarny quarry according to the Raunkiaer's Life Forms System

Жизненная форма	Число видов	Доля от общего числа видов, %
Фанерофиты	14	29,78
Хамефиты	3	6,38
Гемикриптофиты	20	42,55
Криптофиты	6	12,76
Терофиты	6	12,76
Всего	47	100,0

Береговая растительность заметно различается на крутом и пологом склонах. Высота пологого склона составляет примерно 1 м, крутого – от 2 до 4 м в разных частях побережья карьера. Профиль пологого и крутого склонов представлен на рис. 2.

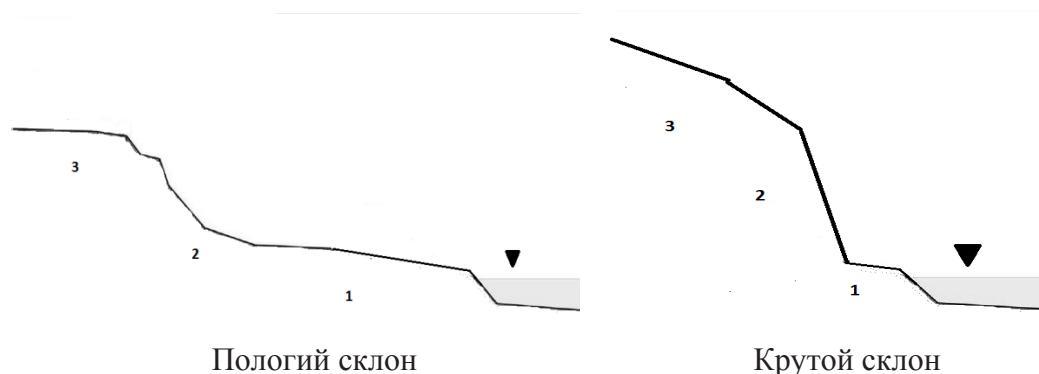


Рис. 2. Типичный профиль склонов обводненного карьера Янтарный: 1 – подножие склона, 2 – борт карьера, 3 – ненарушенное сообщество, ▼ – урез воды

Fig. 2. Typical slope profile of the Yantarny flooded quarry: 1 – foot of the slope, 2 – quarry board, 3 – undisturbed community, ▼ – water level

На пологих склонах растительность местами вытоптана из-за пребывания отдыхающих. Растительность вершин склонов имеет схожий видовой состав. Различия наблюдаются на самом склоне и его подножии. Например, заросли тростника обыкновенного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и ивы белой (*Salix alba* L.) обнаружены только у подножия пологого склона, а черемуха кистевая (*Prunus padus* L.) и клен ясенелистный (*Acer negundo* L.) доминируют на крутых склонах. Коэффициент флористической общности Жаккара для крутого и пологого склонов составляет 0,5 для подножия склона и 0,25 для бортов карьера, что указывает на большее сходство растительного состава подножия склонов разной крутизны и значительные различия на бортах карьера. Наибольшее разнообразие видов было представлено в переходной зоне от подножия к бортам карьера.

Согласно исследованиям О. И. Суминой, поселение растений-колонистов более успешно в аккумулятивных экотопах подножий склонов [14, 15], что подтверждается исследованием флористического состава побережья обводненного карьера Янтарный.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обследование всего побережья обводненного карьера Янтарный показало, что флористический состав представлен 47 видами растений, принадлежащих к 44 родам и 24 семействам. Доминирует семейство астровые, которое является одним из самых больших и наиболее распространенных во всем мире. Травяной покров представлен в основном представителями семейств астровых и злаковых. Обнаружено значительное количество видов-эксплерентов, которые уже начинают вытесняться виолентами. Водная растительность более развита у пологих склонов, возле мест, подверженных рекреационной нагрузке. Установлены различия растительности крутого и пологого склонов. Коэффициент флористической общности Жаккара демонстрирует большее сходство во флористическом составе подножий склонов, растительность бортов карьеров различается сильнее.

В целом характер растительности меняется от травянистой к древесной, что соответствует переходу от неустойчивых серийных сообществ к климаксным. Фитоценоз начинает формировать сложную структуру с ярусностью и обилием жизненных форм, что является показателем перехода к завершительной стадии синегенеза. На урезе воды обводненного карьера сформированы устойчивые сообщества гидрофитов, на побережье поликарпические растения преобладают над монокарпическими. Присутствует значительное количество видов-виолентов, что согласуется с продолжительностью зарастания бывшего карьера.

Список источников

1. Жуков А. А., Жукова Е. Ю. Особенности сукцессии растительности на примере рекультивированного отвала угольного разреза «Черногорский» // Лесохозяйственная информация. 2022. № 3. С. 114–124.
2. Чадаева В. А., Цепкова Н. Л., Жашуев А. Ж. Многолетняя динамика восстановления растительности техногенных ландшафтов Былымской аридной котловины (Центральный Кавказ) // Аридные экосистемы. 2020. № 4 (85). С. 127–135.
3. Коновалова А. Е., Кривобоков Л. В., Кофман Г. Б. Сравнительный анализ сопряженности видов и их групп с элементами рельефа // Современные фундаментальные проблемы классификации растительности: II Междунар. научн. конф. (15–20 окт.): тезисы. Симферополь: Ариал, 2019. С. 30–31.
4. Landscape Project for the Environmental Recovery of a Quarry / Teodoro Semeraro et al. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 2019. N 3. P. 1–10.
5. Мишон В. М. Функционально-генетическая классификация прудов Центрального Черноземья // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2003. № 3. С. 23–32.
6. Мякишева Н. В. Многокритериальная классификация озер. СПб: РГГМУ, 2009. 160 с.
7. Моисеенко В. В., Цупикова Н. А. Изучение внешней нагрузки на пруд Янтарный (Калининградская область) в 2018 году // Вестник молодежной науки. 2019. № 5 (22). С. 36–44.
8. Лучникова В. В. Янтарный – Пальмникен: исторический путеводитель. Калининград: Живем, 2016. 54 с.
9. Панасин В. И., Депутатов К. В., Вихман М. И. Почвы Калининградской области и их агрохимические свойства. Калининград: Издательство БФУ им. И. Канта, 2020. 232 с.
10. Моисеенко В. В., Цупикова Н. А. Исследование рекреационной нагрузки на пруд Янтарный за купальные сезоны 2017 и 2018 годов // Вестник молодежной науки. 2018. № 5 (17). С. 22–29.
11. Kirsten Stephan, Jason A. Hubbard. Plant Community, Soil and Microclimate Attributes after 70 Years of Natural Recovery of an Abandoned Limestone Quarry // Land, 2023. N 12 (117). P. 1–18.
12. Цвелев Н. Н. Определитель сосудистых растений Северо-Западной России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области). СПб: Изд-во Химико-фармацевтической академии. 2000. 789 с.

13. Дмитрикова Я. А., Сумина О. И. Заращение песчаных карьеров: влияние рельефа на размещение видов-колонистов // Успехи современного естествознания. 2012. № 11. С. 86–88.
14. Сумина О. И. Поливариантная модель первичной сукцессии растительности на экотопически гетерогенной территории (на примере карьеров лесотундры) // Успехи современного естествознания. 2012. № 11. С. 112–116.
15. Sumina O. I., Koptseva E. M. Vegetation Monitoring on Quarries in the Russian Far North as a Basis for Creating Models and Analyzing Trends of Landscape Processes // Current Trends in Landscape Research. N 4. 2019. P. 559–578.

References

1. Zhukov A. A., Zhukova E. Y. Osobennosti suksessii rastitel'nosti na primere rekul'tivirovannogo otvala ugol'nogo razreza «Chernogorskiy» [Peculiarities of Vegetation Succession on the Example of the Reclaimed Dump of the Chernogorsky Coal Mine]. *Lesokhozyastvennaya informatsiya*, 2022, no. 3, pp. 114–124.
2. Chadaeva V. A., Cepkova N. L., Zhashuev A. Z. Mnogoletnyaya dinamika vosstanovleniya rastitel'nosti tekhnogennykh landshaftov Bylymskoy aridnoy kotloviny (Tsentral'nyy Kavkaz) [Long-term dynamics of vegetation restoration in technogenic landscapes of the Bylym arid basin (Central Caucasus)]. *Aridnye ekosistemy*, 2020, no. 4 (85), pp. 127–135.
3. Konovalova A. E., Krivobokov L. V., Kofman G. B. Sravnitel'nyy analiz sopryazhennosti vidov i ikh grupp s elementami rel'efa [Comparative analysis of conjugation of species and their groups with relief elements]. *Sovremennye fundamental'nye problemy klassifikatsii rastitel'nosti: II Mezhdunar. nauchn. konf. (15–20 okt.): tezisy* [Modern fundamental problems of vegetation classification: II Intern. scientific conf. (15–20 Oct.): Abstracts.]. Simferopol'. Arial Publ., 2019, pp. 30–31.
4. Landscape Project for the Environmental Recovery of a Quarry. Teodoro Semeraro et al. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 2019, no. 3, pp. 1–10.
5. Mishon V. M. Funktsional'no-geneticheskaya klassifikatsiya prudov Tsentral'nogo Chernozem'ya [Functional-genetic classification of ponds of the Central Chernozem region]. *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya*, 2003, no. 3, pp. 23–32.
6. Myakisheva N. V. *Mnogokriterial'naya klassifikatsiya ozer* [Multicriteria classification of lakes]. Saint-Petersburg. RGGMU Publ., 2009, 160 p.
7. Moiseenko V. V., Tsupikova N. A. Izuchenie vneshney nagruzki na prud Yantarnyy (Kaliningradskaya oblast') v 2018 godu [Study of the external load on the Yantarny pond (Kaliningrad region) in 2018]. *Vestnik molodezhnoy nauki*, 2019, no. 5 (22), pp. 36–44.
8. Luchnikova V. V. *Yantarny – Pal'mniken: istoricheskiy putevoditel'* [Yantarny – Palmniken: historical guide]. Kaliningrad Publ., Zhivyom, 2016, 54 p.
9. Panasyn V. I., Deputatov K. V., Vikhman M. I. *Pochvy Kaliningradskoy oblasti i ikh agrokhimicheskie svoystva* [Soils of the Kaliningrad region and their agrochemical properties]. Kaliningrad Publ., BFU im. I. Kanta, 2020, 232 p.
10. Moiseenko V. V., Tsupikova N. A. Issledovanie rekreatsionnoy nagruzki na prud Yantarnyy za kupal'nye sezony 2017 i 2018 godov [Study of the recreational

load on the Yantarny pond for the swimming seasons of 2017 and 2018]. *Vestnik molodezhnoy nauki*, 2018, no. 5 (17), pp. 22–29.

11. Kirsten Stephan, Jason A. Hubbart. Plant Community, Soil and Microclimate Attributes after 70 Years of Natural Recovery of an Abandoned Limestone Quarry. *Land*, 2023, no. 12 (117), pp. 1–18.

12. Tsvelev N. N. *Opredelitel' sosudistyykh rasteniy Severo-Zapadnoy Rossii (Leningradskaya, Pskovskaya i Novgorodskaya oblasti)* [Key to vascular plants of Northwestern Russia (Leningrad, Pskov and Novgorod regions)]. Saint-Petersburg, Khimiko-farmatsevticheskaya akademiya Publ., 2000, 789 p.

13. Dmitrakova Y. A., Sumina O. I. Zarastanie peschanykh kar'erov: vliyanie rel'efa na razmeshchenie vidov-kolonistov [Overgrowing of sandpits: the influence of relief on the distribution of colonist species]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2012, no. 11, pp. 86–88.

14. Sumina O. I. Polivariantnaya model' pervichnoy suktssessii rastitel'nosti na ekotopicheski geterogennoy territorii (na primere kar'erov lesotundry) [Polyvariant model of primary succession of vegetation on ecotopically heterogeneous territory (on the example of forest-tundra quarries)]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2012, no. 11, pp. 112–116.

15. Sumina O. I., Koptseva E. M. Vegetation Monitoring on Quarries in the Russian Far North as a Basis for Creating Models and Analyzing Trends of Landscape Processes. *Current Trends in Landscape Research*, 2019, no. 4, pp. 559–578.

Информация об авторах

В. В. Моисеенко – аспирант кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Н. А. Цупикова – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры

Information about the authors

V. V. Moiseenko – postgraduate student of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

N. A. Tsupikova – PhD in geological and mineralogical sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture

Статья поступила в редакцию 26.05.2023; одобрена после рецензирования 06.06.2023; принята к публикации 16.06.2023.

The article was submitted 26.05.2023; approved after reviewing 06.06.2023; accepted for publication 16.06.2023.