

КТО ВЫИГРАЕТ В УСЛОВИЯХ ТРАНСФОРМАЦИИ СРЕДОВЫХ УСЛОВИЙ: СОСНА КРЫМСКАЯ ИЛИ СОСНА АЛЕППСКАЯ?

В.В. Корженевский¹, А.А. Абраменков², Ю.В. Корженевская³

ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад-Национальный научный центр РАН», г. Ялта, пгт. Никита, спуск Никитский, 52, Республика Крым, Российская Федерация. E-mail:herbarium.47@mail.ru

¹ ORCID iD: <http://orcid.org/0000-0002-5531-8353>

² ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-3984-5863>

³ ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0008-0871-4725>

Ключевые слова: Южный берег Крыма, интродукция, фундаментальная и реализованная ниши, градиенты факторов среды

Аннотация. В статье ставится задача рассмотреть один из вариантов антропогенной эволюции растительности касающийся взаимоотношений *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe и внедрившейся с культуры *Pinus halepensis* Mill. Реализованная ниша фитоценоза в окрестностях поселка Кацивели на Южнобережье определялась по программе оценки плотности упаковки видов (Pover) на градиентах факторов-условий и факторов-ресурсов. Фактический материал свидетельствует об успешном освоении сосной алеппской новых местообитаний в редколесьях нижнего пояса южного макросклона Крымских гор и возможной в дальнейшем смене доминантов.

WHO WILL WIN IN THE CONDITIONS OF TRANSFORMATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS: CRIMEAN PINE OR ALEPPO PINE?

V.V. Korzhenevsky, A.A. Abramnikov, Yu.V. Korzhenevskaya

Order of the Red Banner of Labor Nikitsky Botanical Garden-National Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Yalta, village. Nikita, Nikitsky descent, 52, Republic of Crimea, Russian Federation.

Keywords: The southern coast of Crimea, introduction, fundamental and realized niches, gradients of environmental factors

Summary. The article aims to consider one of the variants of anthropogenic vegetation evolution concerning the relationship between *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe and the introduced *Pinus halepensis* Mill culture. The realized niche of phytocenosis in the vicinity of the village of Katsiveli on the Southern Coast was determined by the program for assessing the density of species packing (Pover) on gradients of factors-conditions and factors-resources. The factual material testifies to the successful development of new habitats by the Aleppo pine in the woodlands of the lower belt of the southern macroscline of the Crimean Mountains and the possible change of dominants in the future.

Антропогенная эволюция растительности это процесс формирования новых типов растительных сообществ под влиянием человека (Миркин, Наумова, 2014). Различают два варианта: целенаправленная эволюция (человеком создаются новые растительные сообщества за счёт интродукции инорайонных видов) и стихийная (в естественную растительность внедряются одичавшие интродуценты или непреднамеренно занесённые виды, которые иногда становятся доминантами). В настоящей статье рассмотрен второй вариант антропогенной эволюции и касается он конкретных отношений аборигенной сосны *Pinus nigra subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe и интродуцированной в 1813 году Никитским ботаническим садом сосны алеппской (*Pinus halepensis* Mill.). Она хорошо

размножалась и легко выращивалась, приобреталась для озеленения имений, а в дальнейшем санаториев и других заведений отдыха на Южном берегу Крыма от Алушты до Фороса.

При выполнении фитоценологического изучения нижнего пояса растительности от Гурзуфа до Фороса *Pinus halepensis* Mill. встретилась в 17 геоботанических описаниях в ярусе древостоя, 13 - в подлеске и в 7, как возобновление. По составу фитоценозы достаточно разнообразные, одни с доминированием *Juniperus excelsa* M.Bieb., другие - *Quercus pubescens* Willd. и *Carpinus orientalis* Mill. Общее для них это высота над уровнем моря не превышающая 400 м. Для анализа мы взяли наиболее приемлемое описание сообщества с участием обеих видов сосен выполненное в 350 м севернее горы Филиберы в районе пос. Качивели. Экспозиция склона юг-юго-восток, крутизна склона не превышает 15 градусов. В древесном ярусе отмечены: *Quercus pubescens* (с покрытием 30% и высотой 5,5 м), *Juniperus excelsa* (15%, 4,5 м), *Pinus halepensis* (20%, 3,5-5 м), *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (5%, 1,5-2.5 м). В подлеске встретились *Juniperus oxycedrus* L. (15%) и *Bupleurum fruticosum* L. (30%). Травяной ярус включает 29 видов, с проективным покрытием 40%. Участие в травяном покрове видов с покрытием выше 3% отмечено для 5 видов (*Cistus tauricus* C.Presl., *Poa sterilis* M.Bieb., *Elymus nodosus* (Steven ex Griseb.) Melderi, *Carex flacca* subsp. *erythrostachys* (Hoppe) Holub, *Medicago falcata* L.).

Расчёты параметров фундаментальной экологической ниши фитоценоза произведены по оригинальной программе «Pover». Унифицированная информация о размещении видов растений на градиентах факторов-условий и факторов-ресурсов (каждый из градиентов со ста градациями) извлечена из базы данных «Экодата», созданной в лаборатории флоры и растительности ФГБУН «НБС-ННЦ».

По результатам расчётов были установлены минимальное и максимальное значения градаций, а также оптимум для фитоценоза на 12 градиентах факторов (Плугатарь и др., 2022, Korzhenevsky et al., 2020). Реализованный фрагмент градиента и точку оптимума на нём определяли для следующих факторов-условий и факторов-ресурсов: освещённость-затенение, терморезим, аридность-гумидность (омброрезим), криорезим, континентальность, увлажнение, переменность увлажнения, кислотность субстрата, солевой режим (анионный состав), содержание карбонатов, содержание азота, содержание гумуса, гранулометрический (механический) состав субстрата. Положение видов на градиентах факторов-условий и факторов-ресурсов, то есть их диапазонные значения от точки минимума до точки максимума (фундаментальные значения), а также диапазон комфорта («коридор комфортности»), соответствующий реализованной части градиента, в целом для фитоценоза приводится ниже в виде графических рисунков.

Внедрение в природные сообщества интродуцированных видов, как считают многие исследователи, является элементом антропогенной эволюцией растительности, приводящей зачастую к существенным изменениям в составе экосистем, нанося при этом заметный ущерб биологическому разнообразию, создавая конкуренцию (иногда достаточно жесткую).

Ниже, рисунок 1 иллюстрирует положение на средовых градиентах двух видов сосен (их фундаментальную нишу) в условиях реализованной ниши описанного фитоценоза. Что важно отметить, оба обсуждаемых вида по типу эколого-ценотической стратегии Раменского-Грайма – виоленты, а это означает - обладают способностью держать под контролем условия среды и полностью использовать ресурсы местообитаний. Так на градиенте «освещение-затенение» оба вида эврифотные, но *P. halepensis* реализует участок в 61 градацию, то есть от экогруппы светло-лесной до открытых пространств, в то время как *P. nigra* subsp. *pallasiana* на 49 градациях размещена от разреженнолесной экогруппы до открытых пространств. По отношению к летним температурам оба вида стенотермные, но сосна алеппская более теплолюбивая (экогруппы от эунеморальной до субтропической). Отношение обсуждаемых видов к омброрезиму (аридность-гумидность климата) схожее с предыдущим. Длина занятого градиента больше у *P. halepensis* на 17 градаций и она выходит из группы стенобионтов размещаясь в экогруппах от аридной до субгумидной, а конкурирующий вид – от мезоаридной до субгумидной. В отношении

холодостойкости, преимущества на стороне аборигенного вида, перешедшего в группу эврибионтов (длина занятого градиента 42 градации) и размещающегося в экогруппах от субкриофитов до субтермофитов. На градиенте «континентальность» сосна алеппская имеет незначительное преимущество, перемещаясь от приморской экогруппы до континентальной. Оба вида по отношению к увлажнению занимают достаточно сходные позиции, практически совпадающие с реализованной нишей фитоценоза. По пластичности к увлажнению мезогигричны, занимая фундаментальную нишу в диапазоне от субсерофитов до гигрофитов.

Наиболее контрастными (и это только в одном случае) выглядит положение сосен и фитоценоза, где они нашли регенерационную нишу, на градиенте «переменность увлажнения». На рисунке 1 достаточно хорошо видно, что занятые градации *P. halepensis* (фундаментальное значение) не совпадают с реализованным участком на градиенте у фитоценоза. В тоже время у *P. nigra* subsp. *pallasiana* если есть расхождения между фундаментальным и реализованным значениями, то не такие большие, хотя примечательно что и она имеет левостороннюю асимметрию кривой плотности упаковки на градиенте, смещаясь в область константного увлажнения к экогруппе субконстантофильных. Чем можно объяснить наличие регенерационной ниши у сосны алеппской в условиях редколесья нижнего пояса южного бережья, возможно это влияние бризовой циркуляции или благоприятные условия именно в фазу проростка. Вопрос интересный и требует дополнительного изучения и обсуждения.

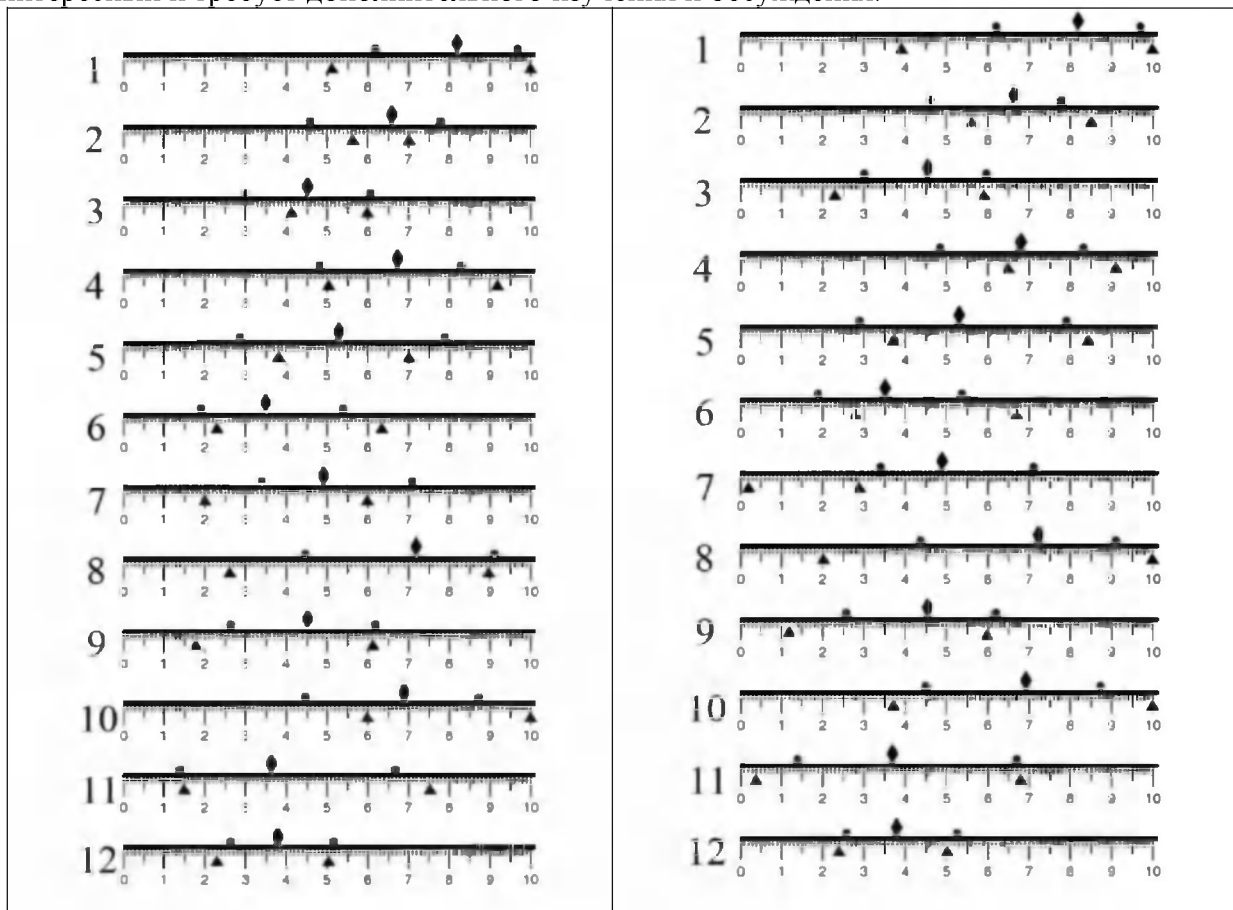


Рис. 1. Соотношение фундаментальных ниш *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (обозначен на линии градиента (x 10) треугольниками внизу слева) и *Pinus halepensis*, (помечен треугольниками внизу справа). Вверху, вдоль линии градиента, реализованная ниша описанного сообщества (диапазон толерантности (он же «коридор комфортности») - закрашенные круги, точка оптимума на градиенте – ромб. Нумерация градиентов: 1 - освещение-затенение; 2- терморезим; 3 – омброрезим; 4 – криорезим; 5 – континентальность; 6 – увлажнение; 7 – переменность увлажнения; 8 – реакция субстрата; 9 – солевой режим; 10 – содержание карбонатов; 11 – содержание азота; 12 – аэрация субстрата.

Рассматривая реализованное положение фитоценоза и фундаментальные значения сосен на градиенте «реакция субстрата» констатируем, что оба вида эврибионтные по отношению к фактору, причем *P. halepensis* имеет более широкую амплитуду (от 20 по 100 градации) по отношению к аборигенной сосне (26-90 градации). Диапазон толерантности на градиенте «солевой режим» у видов сосен отличается всего на пять градаций и фактически укладывается в реализованный «коридор комфорта» фитоценоза. Оба вида кальцефилы, но *P. halepensis* числится в экогруппе гемикарбонатофобы-карбонатофилы, а *P. nigra* subsp. *pallasiana* – акарбонатофилы-карбонатофилы, соответственно длина занятого градиента 63 градации и 40 соответственно. В отношении фактор-ресурс «содержание азота» сосны полностью используют все ресурсы местообитания, охватывая градиент на 64 и 60 градаций, незначительно выходя за пределы реализованной ниши фитоценоза. Последний 12 градиент — это «аэрация субстрата» его порозность, а в целом – гранулометрический состав. Его конкретным параметром (показателем) служит общая аэрация. Фитоценоз и виды сосен находятся в одних и тех же экогруппах – субаэрофилы-гемиаэрофилы и это полное совпадение реализованной и фундаментальных ниш.

Поскольку экологическую нишу можно представить как гиперобъём, организованный градиентами факторов среды, то лепестковая диаграмма является плоскостным отражением гиперобъёмного варианта экониши. Рисунок 2 хорошо иллюстрирует ниши сосен и оптимум фитоценоза. Только в одном случае на градиенте «переменность увлажнения» максимальное значение сосны алеппской выпадает за оптимум реализованной ниши. Однако это в условиях дальнейшей трансформации климата и ландшафтов (Трансформация..., 2010) не снижает уровень риска потерять *P. nigra* subsp. *pallasiana*, которая уже в настоящее время усыхает.

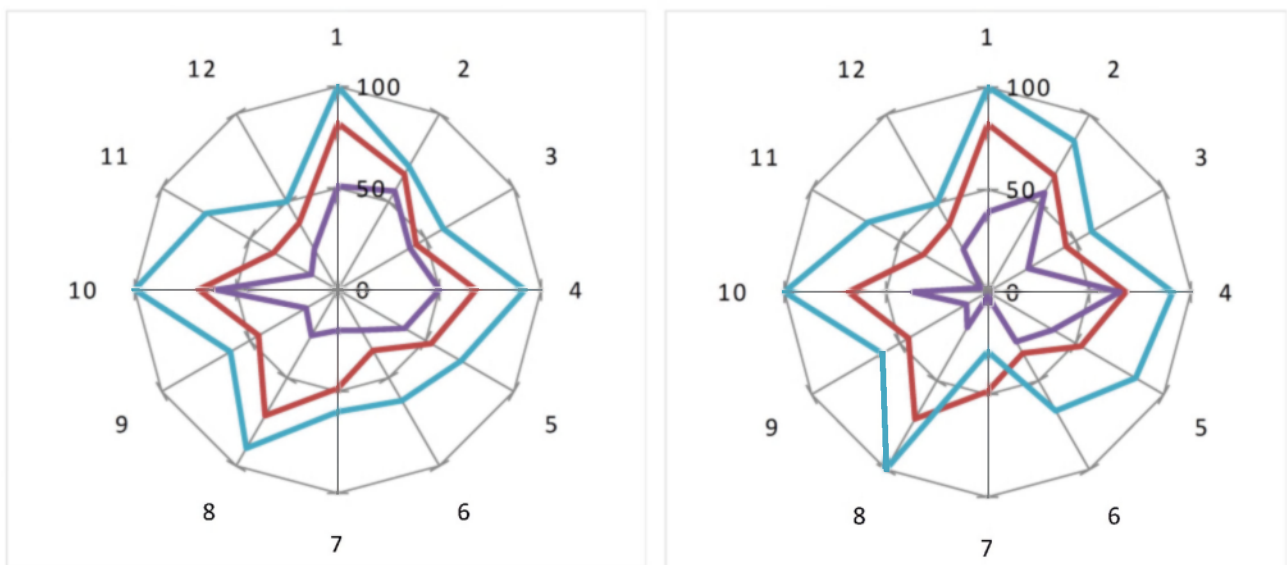


Рис. 2. Лепестковая диаграмма, иллюстрирующая проекцию фундаментальной ниши *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* (слева), *Pinus halepensis* (справа) и реализованной ниши фитоценоза. Подписи к рисунку. Цифры по кругу, факторы-условия и факторы-ресурсы соответствуют нумерации градиентов на рисунке 1. Цвет линий: фиолетовая – минимальное, а голубая - максимальное значение точки на градиенте фактора для фундаментальной ниши сосен; красная – оптимальное значение на градиенте для реализованной ниши фитоценоза.

Для лучшего представления об возможных эволюционных трансформациях растительного покрова в приморских поясах приводим таблицу, где для градаций градиентов факторов указаны конкретные числовые показатели.

На градиентах факторов-ресурсов сосна алеппская полностью охватывает доступный ресурс, в то время как на факторах-условиях у неё определённые

преимущества, особенно если учесть современные тенденции потепления климата. Отметим также, что внедрение её в фитоценозы началось, когда зимние температуры достигли нулевых значений. Она легче переносит аридность и повышенные летние температуры. Одним словом, в дальнейшем можно прогнозировать её успех и выигрыш в конкуренции с сосной крымской.

Таблица. Реальные значения факторов-условий и факторов-ресурсов на градиентах для реализованной ниши фитоценоза и фундаментальной ниш *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* и *Pinus halepensis*

Факторы условия и факторы ресурсы	Реализованная ниша фитоценоза			Фундаментальная ниша				
				<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i> (Lamb.) Holmboe		<i>Pinus halepensis</i> Mill		
	мин.	опт.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	
Освещение, %	20,9	39,1	60,0	10,9	70,0	7,5	70,0	
Средняя июльская температура, град. С	18,1	21,5	23,0	19,7	22,0	19,7	24,8	
Сумма эффективных температур > 10°C	2472	3200	3646	2836	3345	2836	3964	
Аридность-гумидность	-911	-244	422	-422	422	-1222	378	
Температура самого холодного месяца, град. С.	-9,7	1,7	10,3	-8,6	15,4	0	14,9	
Континентальность, %	99	133	170	111	157	110	177	
Индекс сухости	2,64	2,04	1,45	2,52	1,21	2,32	1,1	
Коэффициент переменности увлажнения	0,17	0,24	0,35	0,10	0,31	0,006	0,14	
pH субстрата	5,6	7,1	8,7	4,5	8,5	4,1	10,0	
Содержание анионов в мг\100 г почвы в слое 0-50 см	HCO ₃ ⁻	0,21	25,4	56,0	0,03	54,5	0,02	52,8
	Cl ⁻	0,006	0,42	23,5	0,004	10,0	0,003	9,2
	SO ₄ ⁻	0,06	1,03	103,3	0,04	75,0	0,03	62,3
Содержание карбонатов, %	1,19	4,85	8,91	3,26	15,0	0,69	15,0	
Содержание азота, %	0,10	0,21	0,36	0,10	0,40	0,05	0,37	
Общая аэрация, %	63,6	43,6	26,4	70,0	28,6	67,9	28,6	

Список литературы

Корженевский В.В., Плугатарь Ю.В., Корженевская Ю.В., Абраменков А.А., 2020. Регенерационная ниша *Malva alcea* L. в горах Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. № 1 (154). С. 7-22.

Миркин Б.М., Наумова Л.Г., 2014. Краткий энциклопедический словарь науки о растительности. Уфа: Гилем, Башк. энцикл. 288 с.

Плугатарь Ю.В., Корженевский В.В., Абраменков А.А., 2022. Шибляк или маквис? О внедрении *Quercus ilex* L. в фитоценозы Южнобережного Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. Вып. 3(164). С. 6-20.

Титов В.Н., Фролов В.В., Бочкарева Ю.В., Губанова Е.В., 2021. Экологические проблемы антропогенной интродукции растений // Международный научно-исследовательский журнал. №6 (108). С.119-125.

Трансформация ландшафтно-экологических процессов в Крыму в XX веке—начале XXI века, 2010. Симферополь: ДОЛЯ. 304 с.

ОПЫТ РАБОТЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ВАЛДАЙСКИЙ» В СФЕРЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ И ТУРИЗМА

К.А. Корноухова

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный парк «Валдайский», 175400, Новгородская обл, г. Валдай, ул. Победы, 5, Россия. E-mail: kledovkaya@gmail.com

Ключевые слова: Валдайский Национальный парк, Большая Валдайская Тропа, экологическое просвещение, туризм

Аннотация: В статье рассматриваются основные пути развития экологического просвещения и туризма среди населения различных возрастных групп в «Национальном парке «Валдайский».

WORKING KNOWLEDGE OF VALDAYSKY NATIONAL PARK IN THE FIELD OF THE ENVIRONMENTAL EDUCATION AND TOURISM

K.A. Kornoukhova

Valdaisky National Park, 175400, Novgorod region, Valdai, Pobedy str., 5, Russian Federation.

Keywords: Valdaisky National Park, Big Valdai trail, environmental education, tourism

Summary. The article discusses the main ways of the development of the environmental education and tourism among various population groups in Valdaisky National Park.

Находясь между двух столиц, национальный парк «Валдайский» является точкой притяжения для туристов двух столиц, а также для гостей из других регионов. Большим шагом в развитии туризма стало открытие «Большой Валдайской Тропы» - пешеходного маршрута протяженностью 59 км, что на сегодняшний день является самым длинным маршрутом на северо-западе России. Тропа привлекательна как для любителей активного отдыха, так и для семей с детьми, так как на маршруте есть вся необходимая инфраструктура для комфортного отдыха. Помимо Большой Валдайской тропы в парке имеются еще 2 малых, созданные для ознакомления с многообразием природы Валдая. Тропы кольцевые, протяженностью около 2 км, предназначены для проведения экскурсий с разными возвратными группами. С каждым годом туристический поток растет.

Регулярно в парке ведется ряд работ по экологическому просвещению населения:

- Экологические акции («Чистый берег»);
- Проведение экологических праздников («День эколога», «Синичкин день»);
- Проведение научно-популярных лекций;
- Сотрудничество с ВУЗами и природоохранными организациями;

Большое внимание уделяется работе с СМИ, регулярно публикуются статьи в газете «Валдай», сотрудники выступают на радио и телевидении. Кроме этого, активно ведутся социальные сети, в 2023 году был обновлен официальный сайт Национального парка.

В 2021 году в визит-центре национального парка «Валдайский» в рамках национального проекта «Экология» открылась эколого-биологическая лаборатория «Экополис», что стало важным шагом в развитии научного поиска. В распоряжении исследователей имеется необходимое оборудование для лабораторных занятий, научных исследований и полевых работ. Класс оснащен современным оборудованием, рекомендованным для проведения метеорологических, химических и биологических мониторинговых исследований воды, воздуха и почвы. Каждая из систем установлена на

рабочем месте в соответствии с действующими санитарными требованиями и техникой безопасности. Класс оборудован современными микроскопами, лабораторной техникой и посудой, что позволяет проводить качественные занятия со школьниками и студентами. Также в распоряжении «Экополиса» имеются ранцевые лаборатории, удобные для проведения исследований в полевых условиях. Лаборатория представляет интерес не только для обучающихся, но и для научных сотрудников.

В 2023 г. совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом ветеринарной медицины на базе национального парка была проведена первая «Зимняя экологическая школа молодого биоэколога». Участниками школы стали 15 студентов второго года обучения факультета «Биоэкология» под руководством Сладковой Надежды Анатольевны. Данное мероприятие преследовало цель расширение научного кругозора и творческой проектной деятельности экологического направления, формирование познавательного интереса к изучению экологических дисциплин у обучающихся. Сотрудники научного и экопросветительского отделов провели для студентов ряд лекционных и практических работ.

Национальный парк «Валдайский» старается идти в ногу со временем, постоянно совершенствуется и стремится к вовлечению населения в природоохранную деятельность.