



<http://ecopri.ru>

<http://petsu.ru>

Издатель

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

Т. 3. № 2(10). Ноябрь, 2014

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. К. Зильбер
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. Е. Веселов
Т. О. Волкова
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
А. М. Макаров
А. Ю. Мейгал

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
А. А. Кухарская
О. В. Обарчук
Н. Д. Чернышева
Т. В. Климюк
А. Б. Соболева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20. Каб. 208.

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК 581.6

Результаты лихенометрического датирования каменных кладок в окрестностях г. Кандалакша (Россия, Мурманская область)

МЕЛЕХИН

ПАБСИ, melihen@yandex.ru

Алексей Валерьевич

Ключевые слова:

лихенометрия
Мурманская область

Аннотация:

Проведена лихенометрическая датировка каменных сооружений в районе г. Кандалакша. Для уточнения датировки были заложены реперные площадки с известным возрастом (70 лет) в Печенгском районе Мурманской области. По нашим расчетам, возраст каменных кладок оказался в пределах от 60 до 80 лет, что соответствует данным дендрохронологии (75 лет).

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: М. А. Фадеева

Получена: 10 октября 2014 года

Опубликована: 11 ноября 2014 года

В мае 2014 г. Л. Е. Александровой и Г. Н. Александровым (Кандалакшский туристский информационный центр и Кольский центр охраны дикой природы) были инициированы работы по датированию антропогенных объектов на месте проектируемой особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Кандалакшский берег». Для оценки возраста объектов были использованы лихенометрический метод и дендрохронологический как вспомогательный.

Целью проведенных исследований было датирование объектов «Кандалакшского берега» для выяснения их историко-культурного статуса.

Лихенометрический метод успешно применяется при определении возраста наземных памятников археологии (Rutherford et al., 2008), в датировании динамики ледников (Matthews, 1975; Соломина, Савоскул, 2000). Наши исследования не только подтверждают перспективность и точность лихенометрического датирования, но и дополняют массив данных о скорости роста различных видов лишайников в разных эколого-климатических условиях Европейской Субарктики.

Место обследования находится на юге Мурманской области, в окрестностях г. Кандалакша, на южном макросклоне горы Крестовой группы Кандалакшских гор, сложенных гранитами, гранитодиоритами и сиенитами, на нашем участке, покрытом сосновыми и мелколиственными лесами, относящимися к подзоне Северной тайги (Атлас..., 1971). Климат района переходный от умеренного к субарктическому, лето очень короткое, прохладное, зима холодная, начинается с начала ноября, весна наступает только к концу апреля; 41 сутки, с 1—2 июня по 11—12 июля, отмечается полярный день; среднегодовая температура воздуха -0.4 °С; абсолютный максимум $+31.6$ °С; абсолютный минимум -43.5 °С; относительная влажность воздуха 80 %; средняя скорость ветра 2.6 м/с (Кандалакша... 21.05.2014).

Для дендрохронологии были отобраны керны из сосен в двух местах: вдалеке от кладок и в непосредственной близости — из сосны, выросшей в кладку (рис. 1). Подсчет по кернам показал, что максимальный возраст деревьев в отдаленном старовозрастном сосняке — около 300 лет, возраст сосны у кладки — 75 лет, что соответствует общему возрасту окружающей кладки молодого сосняка.



Рис. 1. Одна из кладок с примыкающей к ней сосной. Фото Александрова Г. Н. (с)
Fig. 1. One of structures with the adjoining pine. Photo Alexandrov G. N. (с)

Для лихенометрии был собран материал в количестве 9 образцов *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. (здесь и далее названия таксонов приводятся по Santesson's online checklist... (29.10.2014)) с трех наиболее сохранившихся кладок. В табл. 1 дан список образцов с указанием условий произрастания и диаметра в миллиметрах. Приводимые здесь и далее образцы хранятся в гербарии лишайников КРАВГ (Россия, Мурманская область, г. Кировск, ПАБСИ, лаборатория флоры и растительности). Место сбора для всех образцов: 67.12084, 32.467 (точность: 10 м); 30 м над ур. моря. Россия. Мурманская область. Кандалакшский район. Побережье Белого моря. Склон южной экспозиции. Сосняк. Кладка из камня. Даты сбора: 09.05.2014 и 17.05.2014.

Таблица 1. Список образцов *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.

Положение и экспозиция поверхности	h	Диаметр в мм
Наклонная северной эксп.	0.6	20
Вертикаль южной эксп.	0.3	18
Вертикаль южной эксп.	0.8	18
Вертикаль северной эксп.	0.5	18
Вертикаль западной эксп.	1	17
Вертикаль северной эксп.	0.5	15
Наклонная восточной эксп.	0.9	14
Вертикаль северной эксп.	0.5	13
Вертикаль южной эксп.	0.5	10

Примечания. h — высота (глубина) над средним уровнем поверхности почвы в метрах.

Позднее, при лихенофлористическом обследовании п-ова Средний летом 2014 г., были найдены пригодные для уточнения датировки реперные объекты — воронки от снарядов (рис. 2).



Рис. 2. Воронка на п-ове Средний с периодом образования между 1941 и 1944 гг. Диаметр 6 м, глубина 0.5 м. Фото Мелехин А. В. (CC-BY-SA)

Fig. 2. Shell-hole on the Srpednij Peninsula . Formation between 1941 and 1944. Diameter 6 m, depth 0.5 m. Photo Melekhin A. V. (CC-BY-SA)

Несмотря на удаленность п-ова Средний от Кандалакши (находятся в разных растительных подзонах (в подзоне Южных тундр и Северной тайги соответственно)), климатические различия реперной и датированной точек минимальны. В табл. 2 приведены лишь основные показатели, более полно представленные в Атласе... (1971).

Таблица 2. Различия в климатических показателях «Кандалакшского берега» и п-ова Средний

Показатель	п-ов Средний	Кандалакшский берег
Среднегодовое количество осадков (мм)	550	600
Среднегодовая температура (°C)	>0	>0
Суммарная солнечная радиация (ккал/см ²)	65	75

Мы не смогли использовать другие, более облесенные и подходящие по экологическим параметрам реперные точки с п-ова Средний, т. к. на них не оказалось измеренных видов, найденных на кандалакшских кладках, поэтому воспользовались тем, что есть: в табл. 3 приведен сравнительный список видов и размеров их слоевищ из известной по времени образования воронки (70 лет) и то же — для кандалакшских кладок. Место сбора из воронки: 69.65691, 31.83274 (точность: 3 м); 67 м над ур. моря. Россия. Мурманская область. Печенгский район. Побережье Баренцева моря. Тундра вороничная с березой на склоне горы на побережье Баренцева моря. Воронка от снаряда 1941—1944 гг. Дата сбора: 7.08.2014.

Таблица 3. Сравнительный список видов и размеров их слоевищ для кандалакшских кладок и воронки от снаряда 70-летней давности

Виды	Диаметр в мм (максимальный), положение, высота-глубина в метрах Кандалакшская кладка (x лет)	Воронка 1941—1944 гг. (~70 лет)
------	---	---------------------------------

Rhizocarpon badioatrum (Florke ex Spreng.) Th. Fr.	19, вертикаль, +0.3	25, горизонталь, -0.5
Rhizocarpon eupetraeum (Nyl.) Arnold	10, вертикаль, +0.5	12, горизонталь, -0.1
Rhizocarpon geographicum (L.) D C.	20, наклонная, +0.6	27, горизонталь, -0.1
Umbilicaria hyperborea (Ach.) Hoffm.	30, вертикаль, +1	32, вертикаль, -0.1

При обследовании кандалакшских кладок были использованы два наиболее распространенных способа отбора данных для вычислений — по максимальному диаметру и по пяти максимальным диаметрам (Shakesby et al., 2004).

Диаметр лишайников измерялся линейкой с точностью до 1 мм, после чего отбирался образец для последующей идентификации и инсерации в гербарий.

Не во всех своих частях для кладок применим лихенометрический метод — местами поверхности некоторых блоков явно перенесенные. Но, во-первых, мы собирали материал с явно сколотых, при укладке блоков, поверхностей, а во-вторых, учитывали косвенные подтверждения правильности датировки.

Для определения возраста по лишайникам традиционно используются кривые роста, которые строятся на основе диаметров образцов с точно-датированных (реперных) объектов. Не имея на момент начала исследований «своих» реперных образцов, мы воспользовались литературными данными по Фенноскандии (Галанин и Глушкова, 2003), допустив, что рост лишайников не вышел за пределы так называемой линейной фазы (Innes, 1985), и приняли скорость роста, равной 0.3 мм в год. Это скорость роста, близкая к средней для Швеции и Норвегии (от 0.2 до 0.45 мм в год), что наиболее соответствует условиям района исследований. Скорости меньше средней по Фенноскандии подошли бы для жестких условий высокогорий или приполярных областей. Позднее были получены данные по воронкам из Печенгского района (недостаточные для построения кривых, но применимые в стадии линейного роста) и использованы для уточнения датировки кандалакшских объектов.

Из простого отношения диаметра *Rhizocarpon geographicum* к годовому приросту (пользуясь скандинавскими данными о скорости роста, равной 0.3 мм в год) получено для кандалакшских кладок: по максимальному диаметру — 67 лет; по пяти максимальным — 61 год. Простое отношение, при выбранной скорости роста, по-видимому, оптимальнее, чем логарифмическое, т. к. максимальный возраст, полученный, например, по замедляющему уравнению ($t=10^{1.8601+0.0054 \times d_{.60}}$, где t — искомый возраст, d — диаметр лишайника), преобразованному из приводимого R. A. Shakesby et al. (2004) для приледниковых участков гор Южной Норвегии, равен лишь 33 годам.

При использовании скорости роста разных видов, вычисленных по реперной точке на п-ове Средний (по простому отношению), был получен возраст от 51 до 65 лет (табл. 4), что в среднем меньше вычисленного по среднескандинавским скоростям роста *Rhizocarpon geographicum*.

Таблица 4. Диапазон возраста кандалакшских кладок, вычисленный на основании скорости роста разных видов лишайников из 70-летней воронки на п-ове Средний. Использован способ «по максимальному диаметру»

Виды	Возраст кандалакшской кладки, вычисленный по скорости роста для воронки	Скорость роста видов в линейной стадии для воронки 1941—1944 гг. (~70 лет) — мм в год
Rhizocarpon badioatrum (Florke ex Spreng.) Th. Fr.	53	0.36
Rhizocarpon eupetraeum (Nyl.) Arnold	59	0.17
Rhizocarpon geographicum (L.) D C.	51	0.39
Umbilicaria hyperborea (Ach.) Hoffm.	65	0.46

Известно, что можно как увеличивать полученный с помощью лихенометрии возраст на 10 лет, так и варьировать его в обе стороны на 20 % исходя из двух допущений: специалисты часто указывают на наличие 10-летнего «периода заселения» (Галанин, 2000), который можно смело прибавлять к полученному возрасту; общепринято считать точность лихенометрического датирования равной 20 % (Соломина и др., 2000). Учитывая период зарастания и ошибку, получаем по среднескандинавской скорости $67 + 10 = 77 \pm 20$ %; по скорости роста лишайников из воронок п-ова Средний минимум $51 + 10 = 61 \pm 20$ %, максимум $65 + 10 = 75 \pm 20$ %.

Относительную молодость объектов (создание их в XX веке — не раньше) подтверждает, кроме того, ряд косвенных признаков:

- как между блоками кладки, так и сверху, сбоку нет сколько-нибудь заметного слоя почвы;
- отсутствует развитый растительный покров сверху кладок, если не считать тонкого слоя опада из хвои, где выросли кладонии, степень и видовой состав обрастаний которых соответствует первичной стадии пионерного заселения (лет 40—60);
- отсутствие в кладке и на кладке остатков частей деревьев, золы, углей, следов обжига и закопчения указывает на первичность образования тех обрастаний, которые являются явно свежими (сколотыми, неперенесенными), и это же указывает на одновозрастность объекта и окружающего сосняка — после

сложения кладок не было пожарной или другой катастрофической смены окружающего сообщества и напочвенного растительного покрова, следовательно, и возраст примыкающих к кладке деревьев довольно точно соответствует возрасту окончания укладки самих кладок. В то же время отсутствие перенесенных лишайников на явно несколотых поверхностях камня внутри кладки объясняется быстрым отмиранием и сгниванием (в течение нескольких лет) перенесенных лишайников, попавших в микроместообитание, не соответствующее эконише вида; — сравнение рис. 1 (кандалакшская кладка) и рис. 3 (остатки укрепления 1941—1944 гг.) дает грубое (качественное) представление о возрасте первого объекта: укрепление 70-летней давности уже покрыто вполне сложившимся растительным покровом, почти весь каменный материал скрыт под образовавшейся почвой; кладка под Кандалакшей только начинает обрастать накипными лишайниками.



Рис. 3. Остатки укреплений периода 1941—1944 гг. Фото Мелехин А. В. (CC-BY-SA)
Fig. 3. Remains of fortifications of the period of 1941—1944. Photo Melekhin A. V. (CC-BY-SA)

При дальнейшем обследовании объектов проектируемого ООПТ «Кандалакшский берег» стоит с большой осторожностью использовать методы лихенометрии. Необходимо учитывать множество факторов: нелинейность роста лишайников после 100—150 лет, сукцессионные смены (Галанин, 2000); сильное влияние параметров микроместообитания на скорость роста и саму возможность заселения поверхности выбранным видом; возможность перенесенности слоевищ; возможность неоднократного погребения объекта с последующим вскрыванием, что характерно для особенно древних объектов. До этого исследования нами предполагалось, что лихенометрическими реперами могут послужить любые сооружения времен войны 1941—1945 гг. (на п-ове Средний до 1944 г.). Опыт показал неприемлемость использования большинства укреплений как реперных ввиду ряда причин: для строительства почти всех укреплений использовался необработанный камень, содержащий на своих поверхностях перенесенные слоевища; иногда нельзя точно датировать возраст укрепления из-за продолжающихся со времен войны и по сей день учений. Из обследованных объектов пригодными для лихенометрии оказались лишь немногие окопы или остатки землянок, из стен которых торчали явно перенесенные каменные поверхности, а также большие воронки от снарядов (рис. 2). Последние объекты видятся наиболее перспективными, т. к. при гарантированной чистоте субстрата на момент образования они легко поддаются грубой датировке (по состоянию растительного покрова, деревьям и т. п.). Небольшим недостатком воронок является их отрицательность в рельефе, что сильно влияет на

состав лишайникового покрова: в исследованной нами воронке диаметром 6 м и глубиной до 0.5 м полностью исчезает «основной индикаторный вид» — *Rhizocarpon geographicum* — на глубине ниже 0.3 м. Этот факт не только заставляет не считать данный вид основным и предпочтительным в лихенометрии, но и сужает применимость лихенометрического способа в датировке из-за большого влияния экологического фактора; с другой стороны, это подтверждает верность выбора метода «по максимальному диаметру». Перечисленные выше ограничения не мешают использовать данные по воронкам и любым другим реперам, если расширить диапазон индикаторных видов и обязательно учитывать параметры микроместообитания (высоту-глубину, освещенность и ориентацию поверхности) как на реперных поверхностях, так и на датировуемых.

Учитывая все приведенные данные (дендрохронологическое и лихенометрическое датирование, косвенные), мы делаем вывод: обследованным объектам не более 60–80 лет (начало зарастания в интервале между 1930-ми и 1950-ми гг.).

Наличие реперов, более близких географически и экологически, повысило бы точность и позволило бы построить кривую роста для датировки более старых объектов. Но судя по доступным научным источникам, подобное обследование проводилось в Мурманской области впервые (лихеноиндикационные исследования (например, Аблаева, 1981), изучение восстановления растительности (например, Пушкина, 1960) и другие подобные работы не включали в себя лихенометрию). И хотя уже найдено несколько реперных точек, все же наша работа имеет предварительный, сигнальный характер. Следующим, а точнее первым, этапом в лихенометрических исследованиях в регионе должен стать этап закладки реперных площадок и обнаружение первичных данных по ним. Для увеличения точности датировок в будущем необходимо увеличивать их число, а для построения корректных кривых роста — найти как можно большее количество как можно более старых (более 100 лет) и разновозрастных точек с тщательной проверкой на перенесенные слоевища и учетом климатических и экологических условий.

Аблаева З. Х. Лихеноиндикационное картирование Лапландского заповедника [Lichenoindication mapping of the Lapland Reserve] // Природа Севера и ее охрана: Проблемы охраны естественной среды и опыт организации природоохранных мероприятий в Мурманской области. 1981. С. 38–43.

Атлас Мурманской области [Atlas of the Murmansk province]. М., 1971. 40 с.

Галанин А. А., Глушкова О. Ю. Лихенометрия [Lichenometry] // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2003. № 3. С. 22–52.

Галанин А. А. Лихенометрический метод датирования: Идентификация и оценка возраста процессов современной морфодинамики в горах Северо-Востока России [Lichenometric dating method: Identification and assessment of the age of processes of modern morphodynamics in the mountains of the North-East of Russia] // Страница лаборатории неотектоники, геоморфологии и проблем россыпеобразования СВКНИИ ДВО РАН. URL: <http://academnet.neisri.ru/academnet/neisri/lab/neotecton/lihen/lichenometry> (дата обращения 21.05.2014).

Кандалакша [Kandalaksha] // Wikipedia. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Кандалакша> (дата обращения 21.05.2014).

Пушкина Н. М. Естественное возобновление растительности на лесных горях [Natural regeneration of the forest vegetation on burned areas] // Тр. Лапландск. гос. заповедника. 1960. Вып. 4. С. 5–126.

Соломина О. Н., Савоскул О. С. Ледники западной и северной периферии Тянь Шаня за 2000 лет [Glaciers of the western and northern periphery of the Tien Shan for 2000 years] // Геоморфология. 1997. № 1. 1997. С. 78–86.

Соломина О. Н., Жидков В. А., Москалевский М. Ю. Новые данные по лихенометрии морен Полярного Урала [New data by lichenometry moraines of Polar Urals] // Материалы гляциологических исследований. 2000. Вып. 90. С. 57–68.

Innes J. L. Lichenometry // Progress in Physical Geography. 1985. Vol. 9. № 2. P. 187–254.

Matthews J. A. Experiments on the reproducibility and reability of lichenometric datas, Storbreen gletchervorfeld, Jotunheimen, Norway // Norsk geografisk Tidsskrift. 1975. № 29. P. 97–109.

Rutherford S., Shepardson B., Stephen J. A preliminary lichenometry study on Rapa Nui — the Rapa Nui youth involvement program report // Rapa Nui Journal. 2008. 22(1). 2008. P. 40–47.

Santesson's online checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi. URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php?link=Home> (дата обращения 29.10.2014).

Shakesby R. A., Matthews J. A., Winkler S. Glacier variations in Breheimen, southern Norway: relative-age dating of Holocene moraine complexes at six high-altitude glaciers // Holocene. 2004. Vol. 14. Issue 6. P. 899–910.

Автор выражает благодарность Г. Н. Александрову и Л. Е. Александровой за инициацию данного обследования, предоставленные материалы (в том числе фото) и помощь в работе. Большую методическую помощь оказал один из специалистов по лихенометрии в России д. г. н. А. А. Галанин. Большое спасибо за преобразования логарифмических уравнений математику Д. Г. Степенщикову.

Results of lichenometric dating of masonry in the outskirts of Kandalaksha city (Russia, Murmansk region)

MELEKHIN
Alexey

PABGI, melihen@yandex.ru

Keywords:

lichenometry
Murmansk region

Summary:

The lichenometric dating of masonry in the area of Kandalaksha city was carried out. For more accurate dating, the reference sites with known age (70 years) were laid in Pechenga district (Murmansk region). According to our calculations, the age of masonry was in the range of 60 to 80 years, that is consistent with dendrochronology data (75 years).

References