

БОТАНИКА

УДК 581.9

doi: 10.17223/19988591/34/3

И.И. Амелин¹, Т.А. Бляхарчук²

¹Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН,
г. Новосибирск, Россия

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
г. Томск, Россия

Распространение липы сибирской (*Tilia sibirica* Bayer) в Кемеровской области

Приведен наиболее полный перечень местонахождений липы сибирской на территории Кемеровской области. Для некоторых локализаций приведены краткие геоботанические описания с указанием морфологических характеристик липы и перечень сопутствующих видов травянистых неморальных реликтов. Используя ГИС-технологии, построена наиболее полная карта современного распространения липы на территории Кемеровской области. Ресурс позволяет удаленному пользователю получить информацию о локализациях *Tilia sibirica*, характеристике отдельных насаждений и перечень видов сопутствующих травянистых неморальных реликтов в Google Earth. Проведена реконструкция динамики насаждений Кузедеевского липового острова на протяжении 1,5 тыс. лет на основе опубликованных и авторских палеопалинологических данных.

Ключевые слова: растительность; ареал; реликт; пыльца; Google Earth; SasPlanet.

Введение

Изучение ареала *Tilia sibirica* Bayer имеет огромное значение для понимания истории растительного покрова гор Южной Сибири в голоцене [1, 2] и, в частности, западного макросклона Кузнецкого Алатау [3]. Кемеровская область является единственным регионом Южной Сибири, где сохранились хвойно-широколиственные леса с *Tilia sibirica*. Большая часть этого южно-сибирского фрагмента ареала липы сосредоточена в массиве площадью около 110 км² близ села Кузедеево (государственный памятник природы (ГПП) «Липовый остров»). Эта часть ареала исследована достаточно полно несколькими поколениями ботаников [4–14]. Однако распространение липы сибирской в Кемеровской области существенно шире, чем территория ГПП «Липовый остров». Кроме Кузедеевского участка липы, на территории Кемеровской области имеется еще несколько десятков небольших насаждений липы площадью менее 1–2 га и даже отдельных деревьев, зачастую эти местоположения липы удалены друг от друга на десятки километров. Боль-

шинство подобных мелких «островков» липы сибирской практически не изучено. Исследования местонахождений *Tilia sibirica* довольно сложны: во-первых, местоположения липы находятся на значительном расстоянии друг от друга и имеют незначительную площадь (менее 1–2 га); во-вторых, липа на многих участках произрастает в подлеске, поэтому дистанционный поиск липовых насаждений даже на космических снимках сверхвысокого разрешения (0,3–1 м/пиксель) затруднен; в-третьих, имеющиеся литературные данные о местоположении большинства «островков» липы плохо «привязаны» к местности, поскольку обнаружены 50–100 лет назад, когда доступный ботаникам картографический материал был неточным, а существующие на тот момент названия географических объектов были иные; в-четвертых, поиск каждого небольшого по площади насаждения липы осложнен труднопроходимостью черневой тайги в теплое время года, а видимость в них существенно ограничивает высокотравье. Все это затрудняет актуализацию имеющихся разнородных данных о распространении липы сибирской.

Изучение динамики ареалов древесных видов на протяжении длительного времени неоднократно привлекало интерес исследователей в связи с желанием выяснить локализацию их ледниковых рефугиумов на материках, путей миграции и распространения современных типов растительности и выявления особенностей современного генофонда древесных видов. Такие исследования в основном проводились для территории Европы на основе данных Европейской пыльцевой базы данных (EPD: http://medias.obs-mip.fr/paleo/epd/epd_main.html), включающей более 200 спорово-пыльцевых разрезов. С использованием данных EPD проведено исследование распространения пихты по территории Европы с ледникового времени до современности [15], выявившее ледниковые рефугиумы этого вида на Апеннинском, Иберийском и Балканском полуостровах, откуда после завершения последнего ледникового периода пихта мигрировала на более северные территории Европы. Исследования распространения сосны лесной в Европе (*Pinus sylvestris* L.) показали существование множественных гляциальных рефугиумов этого вида [16], что подтверждено генетически выявлением трёх основных митохондриальных гаплотипов у современных сосен на этой территории. В Сибири таких исследований очень мало. Впервые изучение динамики общего ареала липы и некоторых других древесных пород с помощью обобщения имевшихся в то время палеопалинологических данных проведено более 20 лет назад [17]. Позднее особое внимание уделялось изучению динамики северной границы ареалов древесных видов в Сибири с помощью палеопалинологических и макрофоссильных данных [18, 19]. В связи с экологической и природоохранной ценностью уникального природного объекта ГПП «Липовый остров», расположенного на юге Западной Сибири, представляет интерес выяснение его происхождения по палеоэкологическим данным, которые до настоящего времени не дали однозначного ответа на этот вопрос.

Целью настоящей работы являлось уточнение старых и выявление новых естественных и искусственных насаждений липы сибирской в Кемеровской области, а также анализ динамики распространения липы в Западной Сибири и конкретно в Кемеровской области в прошлом.

Материалы и методики исследования

Для определения локализаций липы сибирской использованы географические описания липняков в обобщающих сводках [4, 6], рукописных источниках [20, 21] и на гербарных листах Б.Н. Клопотова (гербарий БИН РАН, г. Санкт-Петербург). Для выявления новых вероятных мест произрастаний липы в Междуреченском и Новокузнецком районах Кемеровской области проведен выборочный опрос среди населения и специалистов лесного хозяйства. Некоторые локализации липы сибирской в верховьях Томи уточнены поисковыми маршрутами первого автора в бассейне левых притоков р. Солдатка в 2013–2015 гг.

Карта изучаемого участка ареала липы сибирской составлена с использованием SasPlanet [22] (рис. 1). Это геоинформационный сервис для просмотра картографических и спутниковых данных в растровом и векторном формате, позволяющий пользователю создавать наборы меток, полигонов и формировать файл с расширением kml. Просмотр kml-файла осуществляется в Google Earth, редактирование – в любом текстовом редакторе. При графическом изображении для мелких местонахождений (площадью 1–2 га и менее) использованы внесмасштабные маркеры, которые не зависят от масштаба карты. Для относительно крупных насаждений (100 га и более) использованы линии-полигоны, отображающие границы липняков на местности (для ГПП «Липовый остров» использовали несколько полигонов-контуров, отображающих долю участия липы в древостое). Привязка полигонов к местности осуществлялась путем сопоставления данных [13] и современных топокарт. Координаты локальных насаждений определяли с помощью Web-картографии и навигации [22] на привязанном к географическим координатам растровом слое «Генштаб/Топокарта (Маршруты.ру)», используя текстовые описания в первоисточниках и карты ареала липы сибирской из [6, 11, 23].

Динамику распространения липы сибирской в голоцене изучали с помощью спорово-пыльцевого анализа образцов почв из почвенных профилей, заложенных на территории ГПП «Липовый остров» [24] либо на его окраине (данная публикация). Для спорово-пыльцевого анализа, согласно опубликованной методике [24, 25], мы отобрали образцы почвы 1–2 см из почвенного разреза глубиной 9 см. Отбирались слои почвы, начиная с подстилки. Разрез сделан на границе ГПП «Липовый остров» у подножия склона, на вершине которого (примерно в 10 м от разреза) росли группы высоких лип. Растительный покров в месте отбора представлен смешанным пихтово-осиновым высокотравным лесом с отдельными берёзами и соснами.

В лаборатории отобранные образцы обрабатывали 10% HCl для удаления карбонатов. По завершении реакции образцы промывались водой с помощью центрифугирования. Затем образцы обрабатывались 10% KOH (8 минут при нагревании на водяной бане) для разрушения гумусовых комочков и освобождения пыльцы, суспензия пропусклась через сито с диаметром ячеек 0,3 мм.

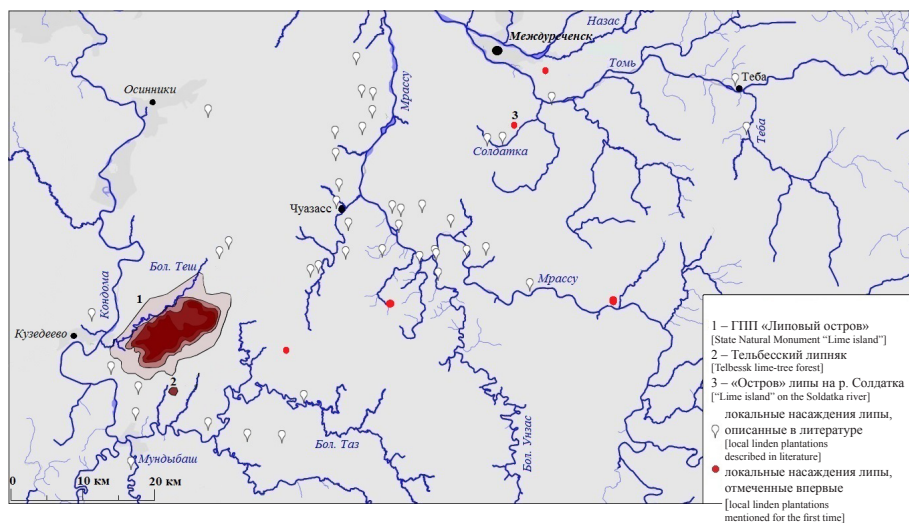


Рис. 1. Распространение *Tilia sibirica* Bayer на Кондомо-Мрасском междуречье и верховьях р. Том
[Fig. 1. Distribution of *Tilia sibirica* Bayer in the Kondoma-Mrassu interfluvium area and in the upper reaches of the Tom river]

Прошедшая через сито суспензия промывалась дистиллированной водой, осадок собирался центрифугированием в пробирки. Далее осадок подвергался обработке концентрированной HF для удаления тонкого силикатного загрязнения. Для этого образцы заливались концентрированной плавиковой кислотой и нагревались на водяной бане в течение 1 часа. После этого образцы освобождались от кислоты многократным центрифугированием с новой порцией дистиллированной воды. Отмытые образцы подвергались ацетолизу. При этом образцы заливались ацетолитической смесью (9 частей уксусного ангидрида и 2 части концентрированной серной кислоты), нагревались 3 минуты на кипящей водяной бане при постоянном перемешивании. После этого образцы освобождались от ацетолитической смеси с помощью центрифугирования и промывались дистиллированной водой до исчезновения запаха уксуса. Из приготовленных таким образом образцов изготавливались временные препараты для просмотра под микроскопом. Для этого капля суспензии помещалась на предметное стекло, окрашивалась фуксином, разбавлялась глицерином, тщательно перемешивалась и накрывалась покровным стеклом. Определение пыльцы и спор проводилось на световом

зайственной деятельности человека, с другой – из-за недостаточной изученности геоботаниками отдельных территорий и малого размера насаждений липы, есть вероятность, что отдельные локализации остаются необнаруженными. Подробные сведения о местонахождениях липы сибирской на территории Кемеровской области изложены ниже.

Бассейн р. Кондома. Большая часть насаждений липы сибирской сосредоточена в бассейне правых притоков р. Кондомы в районе пос. Кузедеево. Наиболее крупный массив липы расположен в бассейне р. Большой Теш. Здесь липа является деревом первой величины и на значительной площади доминирует в составе древостоя. По описанию П.Н. Крылова отдельные деревья липы сибирской достигали 90–100 см в диаметре и 25–30 м высоты, возраста – 300 лет [4]. Местами липа образует чистые насаждения (липняки) – ГПП «Липовый остров» [4, 6, 11]. «Липовый остров» хорошо изучен геоботаниками [5, 7–9], флористами [11], экологами [12–14], палеоэкологами [3] и другими специалистами. Границы массива липового леса и изолинии степени участия липы в древостое (1, 50, 70, 90%) указаны в работе Ю.П. Хлонова [13] и отмечены на рис. 1. Общая площадь липового острова составляет 11 030 га, липа доминирует в насаждениях на площади 4 340 га [11]. Другой относительно крупный массив липняков («2» на рис. 1) площадью около 100 га отмечен в 5 км к северу от пос. Тельбес (53,2702° с.ш., 87,3820° в.д.) [10. С. 170].

Прочие насаждения липы в бассейне р. Кондомы имеют площади порядка нескольких гектаров: в бассейне р. Красный Калтан (53,6059° с.ш., 87,4545° в.д.) [4], два липняка в верховьях р. Бол. Теш близ координат 53,4537° с.ш. и 87,5137° в.д. [11], на р. Мундыбаш – в 3 км от устья (53,1725° с.ш., 87,2955° в.д.), а также в бассейне его правого притока р. Каз (~53,0973° с.ш., 87,5696° в.д.) [4] и близ станции Тенеш (53,0826° с.ш., 87,5061° в.д.) [11. С. 99]. По непроверенным данным В.Г. Лушникова из пос. Чуазасс, липа встречается в бассейне р. Монастырка (приток р. Кундель, бассейн р. Тельбес). Э.Д. Крапивкина отмечает липу близ устья р. Бол. Таз и в междуречье р. Бол. Таз и Тельбес [11. С. 99], а также на вершине Подкатунской гривы. Западнее р. Кондомы известно о местонахождении липы на горе Карачеяк (53,3555° с.ш., 87,2143° в.д.) [4], возможно, где-то здесь собрал гербарий липы и Б.Н. Клопотов. На его гербарном листе в графе «Местоположение» отмечено: «...небольшой липняк на левом берегу р. Кондомы в 3 верстах от дер. Кузедеево».

Островки липы в кустарниковом ярусе отмечены в верховьях р. Мундыбаш [23]. Возможно, один из таких островков площадью около 500 м², расположенный в 2,5 км от ст. Калары по направлению к Таштаголу (52,9364° с.ш., 87,5997° в.д.), упоминается в [6]. Также несколько кустов липы отмечено на р. Бол. Таз (53,2551° с.ш., 87,6518° в.д.) [27], а в районе несуществующего ныне поселка Петушок (52,8907° с.ш., 87,2508° в.д.) встречается «липовый стланец» [28. С. 90].

Бассейн р. Томи выше устья р. Мрассу. Липняки в верхнем течении р. Томи впервые обнаружил Б.Н. Клопотов в 1909 г. при обследовании Горной Шории в составе экспедиции Переселенческого управления. В гербарии БИН РАН (г. Санкт-Петербург) имеются гербарные листы *Tilia cordata* var. *sibirica* с верхнего течения р. Томи (пос. Чульжан, устье р. Малый Борсук в пос. Теба). Липовый остров близ Чульжана упоминают Л.В. Колокольников и Ю.П. Хлонов [6, 27], но упоминаний о Б.Н. Клопотове как о первом исследователе нет. Сборы папоротникообразных Б.Н. Клопотова, сделанные им во время экспедиции по Горной Шории, опубликованы в [29], где среди мест сбора *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Athyrium filix-femina* L. (Roth.) указан липняк на левом берегу р. Томи напротив улуса Чульжан, что примерно соответствует координатам 53,6212° с.ш., 88,1646° в.д. Здесь Б.Н. Клопотов собрал ветвь с плодом липы (гербарий БИН РАН).

В 5–7 км к юго-западу от «чульжанского» липняка В.А. Хахлов обнаружил островок молодняка липы на р. Солдатка близ устья ручья Узлинеш [30]. Затем сбор липы на р. Солдатка сделала ботаник Горно-Шорской экспедиции ТГУ П. Чернова в 1940 г. [27]. Два насаждения липы сибирской (в верхнем течении р. Солдатка и на водоразделе Томь–Мрассу) указал С.Ф. Бабушкин [28]. В 1950-х гг. краевед В.Г. Куспеков обнаружил липу (в основном молодую поросль) на водоразделе рек Томь и Назас «за вторым перевалом от Карайского лога» [21]. Вышеуказанное место произрастания липы находится в 4–5 км к востоку от Междуреченска близ координат 53,6644° с.ш. и 88,1553° в.д., или в 5–6 км к северу-северо-западу от «чульжанского» липняка.

Для уточнения местоположения липовых насаждений на р. Солдатка первый автор настоящей статьи провел несколько поисковых маршрутов в 2013–2015 гг., в результате которых обнаружено новое насаждение *Tilia sibirica* («3» на рис. 1) [31]. Липняк расположен в 200–300 м к юго-востоку от устья р. Богузак (53,5921° с.ш., 88,0919° в.д.) и занимает склон с-с-в экспозиции в нижней наиболее пологой части. «Островок» имеет ширину 80–90 м поперек склона (направление север–юг) и 100–120 м вдоль склона (направление запад–восток). Крутизна склона в месте произрастания лип – 10–15°.

Липа образует второй ярус и густой подлесок высотой 2–3 м среди вторичного березово-осиново-пихтового леса. Кроме липы, во втором ярусе присутствуют черемуха, рябина, ива, подрост пихты и кедра. Наиболее крупные липы достигают высоты 10–11 м, диаметр ствола на высоте груди – 20–25 см. В центре «островка» липа образует почти чистое насаждение на площади 300–500 м² с высотой деревьев 9–10 м. Насаждение насчитывает 30–35 относительно крупных деревьев липы высотой 8–11 м (некоторые из них плодоносят). Липы, возможно, возобновились пневой и ксилоризомной порослью после вырубок, которые в данном районе проходили в 1940–1950-е гг.

Восточнее бассейна р. Солдатки незначительные естественные насаждения липы найдены в районе пос. Теба Б.Н. Клопотовым в 1909 г. [29. С. 55]. В 1937 г. липняк посещал Л.И. Вигоров, который привёл его краткое гео-

ботаническое описание. Липняк находился на гриве на правом берегу ручья Малый Борсук (правый приток р. Томи) близ его устья (88,529° с.ш., 53,638° в.д.). Здесь Л.И. Вигоровым отмечено 25–30 небольших деревьев от 3 до 5 м высотой вегетативного происхождения. Несмотря на небольшой размер насаждения липы и ее подчиненное положение в древостое, отмечена более высокая (по сравнению с окружающими участками черневой тайги) концентрация травянистых неморальных реликтов – *Galium odoratum* (L.) Scop. (*Asperula odorata* L.), *Actaea spicata* L., *Festuca gigantea* (L.) Vill., а *Festuca altissima* All. (*F. silvatica* Vill.) и *Brahipodium silvaticum* (Huds.) P. Beauv. найдены только здесь [32]. На месте описанного липняка в настоящее время расположен пос. Теба, поэтому данное местоположение утеряно. В 1970-х гг. С.В. Гудошников по информации жителей пос. Теба обнаружил липовый островок на гриве в районе впадения в р. Теба речки Березовая (53,5845° с.ш., 88,5668° в.д.) [33]. Со слов Л.А. Малаховой, липы там представлены отдельными деревьями во втором ярусе и в виде поросли среди пихтового леса, травянистые неморальные реликты отсутствовали.

Таким образом, наибольшее число местоположений липы в верхнем течении р. Томи сосредоточено в западной части Томь-Мрасского междуречья в 5–10 км к востоку и юго-востоку от г. Междуреченска. Ввиду сравнительно слабой изученности Томь-Мрасского водораздела в геоботаническом отношении, возможно, в его западной части существуют и другие локальные местонахождения липы сибирской, которые в оптимум голоцена могли образовывать массивы между липняками в бассейнах рек Теба, Солдатка и ГПП «Липовый остров». Подтверждение данной гипотезы можно найти в [34], где автор упоминает об использовании дощечек липы в пос. Верхний Кумзас, о новых бараках в урочище Средний Майзас, которые «пахли липой и сосной» (1950–1953 гг.). И хотя описываемые территории в середине XX в. подверглись массовым вырубкам, липа могла восстановиться от пневой или ксилоризомной поросли за прошедшие 50–60 лет. Локальные насаждения липы (площадью до 1 га) известны и в северо-западном направлении от липняков на р. Солдатка – в среднем течении р. Тутуяс, а также в бассейне левого притока р. Баранзас [35].

При опросе специалистов г. Междуреченска (геологов, лесничих) получены сведения о локализации липы в верховьях р. Уса (левый берег напротив устья р. Собака), а также в 5 км на юг (юго-запад) от поселка Бискамба.

Бассейн р. Мрассу. Впервые о произрастании липы в нижнем течении р. Мрассу упоминает П.Н. Крылов [4], ссылаясь на показания местных жителей. Первый ученый, обнаруживший здесь липу, – Б.Н. Клопотов. В [31. С. 55] указан небольшой липняк в верховьях левого притока р. Мрассу р. М. Кентас (здесь Б.Н. Клопотов собрал щитовник мужской и кочедыжник женский), примерные координаты насаждения (53,3750° с.ш., 87,8267° в.д.). Указанное место произрастания липы подтверждает и гербарный лист Б.Н. Клопотова в гербарии БИН РАН, в работах [6, 23, 27] оно не приведено.

В 1913 г. топографическая экспедиция Переселенческого управления обнаружила молодой липняк близ улуса Сосновая гора, о чем свидетельствует фотография в [36].

Наибольший вклад в изучение липняков в низовьях р. Мрассу внесла почвенно-ботаническая экспедиция Переселенческого управления в августе–сентябре 1927 г. [23]. Экспедицией выявлено 10 островных насаждений липы в низовьях р. Мрассу общей площадью около 50 га [37]. Однако координаты большинства насаждений указаны в виде графических маркеров на карте с очень неточной гидросетью, что с учетом небольшой площади самих насаждений затрудняет определение их локализаций. Также в [23] приведено геоботаническое описание одного насаждения липы в бассейне левого притока р. Мрассу р. Ульчук, которое, судя по описаниям авторов, находится в точке с координатами (53,4342° с.ш., 87,8149° в.д.). Липняк расположен на склоне с-с-в экспозиции крутизной 10–15° на относительной высоте около 65 м над уровнем ручья (около 330 м над уровнем моря). Возраст насаждения – 40–50 лет. Наиболее крупные липы в насаждении достигали 11 м высоты и 14–16 см в диаметре на высоте груди (1927 г.). Площадь липняка около 2 га, из них чистое насаждение липы – 0,5 га. В липняке обнаружено 9 видов травянистых неморальных реликтов: *Actaea spicata*, *Asperula odorata*, *Brachipodium silvaticum*, *Geranium Robertianum* L., *Osmorhiza aristata* (Thumb.) Rydb., *Sanicula europaea* L., *Festuca gigantea*, *Festuca silvatica*, *Stachys silvatica* L. [23]. Необходимо отметить, что в [23] упоминается о молодых деревцах липы диаметром 1–6 см на склонах долин рек Малый Тоз и Большой Тазак (бассейн р. Тоз), а на основании показаний местных жителей – в верховьях р. Бол. Кентас близ Кондомо-Мрасского водораздела, но на карте, приложенной к [23], они не отмечены.

Изучение местонахождений липы в низовьях р. Мрассу продолжила в 1940 г. Горно-Шорская экспедиция, организованная Томским государственным университетом. К сожалению, большая часть материалов экспедиции осталась неопубликованной, за исключением [27]. Благодаря Наталье Вилибальдовне Курбатской, сотруднику фондов библиотеки гербария им. П.Н. Крылова ТГУ, авторы ознакомились с путевым дневником Л.В. Колокольникова [20], из которого удалось выяснить дополнительные подробности, касающиеся местоположений липовых островков. Так как С.Ф. Бабушкин (проводник) в силу производственной необходимости не смог сопровождать Л.В. Колокольникова, большинство указанных в [27] мест произрастания липы экспедиция не обнаружила: несколько кустов липы на правом берегу правого притока р. Мрассу р. Казас близ устья (53,3929° с.ш., 88,1197° в.д.); насаждение липы (по словам С.Ф. Бабушкина, здесь встречается как липовая поросль, так и деревья с окружностью ствола в обхват человека) по склонам правого берега речки Чеболсу в 3 км выше устья, выше 3-го ключа (53,4369° с.ш., 88,0290° в.д.); на склоне у правого берега р. Бол. Унзаса в 500 м от устья (53,4336° с.ш., 87,9225° в.д.). Служащие леспромхоза Шодрово указали липу на пра-

вом берегу р. Мрассу (53,4336° с.ш., 87,9893° в.д.), а также в верхней части травянистого склона южной экспозиции в 1 км ниже устья р. Шодрова (53,4710° с.ш., 87,9557° в.д.). Л.В. Колокольников обнаружил лишь группу порослевых кустов липы до 3 м высоты в 1 км от устья р. Большой Унзас (53,4298° с.ш., 87,9260° в.д.) [20].

При опросе местных жителей-старожилов выяснилось, что отдельные деревья липы встречаются близ пос. Березовый в верховьях р. Мзас и в 2–3 км к югу от пос. Чуазасс (А. Лушников, пос. Чуазасс). В последнем случае липовое насаждение имеет площадь 1–2 га, а отдельные деревья достигают 40–45 см в диаметре и 18–20 м высоты. Вероятно, вышеуказанное местоположение липы посещала экспедиция Переселенческого управления, и оно отмечено на карте в [23]. По информации А. Пахомова насаждение липы искусственного происхождения имеется у бывшего пос. Усть-Ташелга, что вполне вероятно, так как в 30-х гг. XX в. у устья р. Ташелга располагалась пасека, владельцы которой интересовались разведением липы [23. С. 88].

Бассейны рек Средняя Терсь и Тайдон. Согласно [38] массив липы находится в среднем течении р. Средняя Терсь, ориентировочно близ устья р. Изас (54,4711° с.ш., 88,0167° в.д.). Этот липняк неширокой полосой протянулся с севера на юг на несколько десятков километров. Район липняков на р. Средняя Терсь посещал известный исследователь природы Кузбасса И.В. Зыков, но поиски не принесли результата [39]. Учитывая, что Зыков был очень ограничен по времени и выбрал не самое удобное время года для наземных поисков (лето), вероятность обнаружения липы была незначительной.

Наиболее северным местом произрастания липы сибирской в Кемеровской области является нижнее течение р. Тайдон (ориентировочно 54,9231° с.ш., 87,2850° в.д.), где П.Н. Крылов отмечал «немного липы» [38]. Следует отметить, что со времени работ П.Н. Крылова в бассейнах рек Средняя Терсь и Тайдон прошли масштабные рубки леса, но вследствие способности липы к возобновлению пней и ксилоризомной порослью липняки должны сохраниться.

Бассейн р. Чумыш. Впервые о произрастании липы в бассейне р. Чумыш на территории Кемеровской области у Томского железодобывающего завода (с. Томское) указал еще Д.А. Машуков [40]. В середине XX в. начальник лесоустроительной партии Н.А. Бердников находил насаждение липы площадью до 1 га в бассейне р. Сары-Чумыш [35], также известно о насаждении липы в бассейне р. Кара-Чумыш [6. С. 46]. В конце XX в. единичное дерево липы диаметром 80 см найдено на территории Апанасовского лесничества [37]. По предварительным оценкам, общая площадь лесов с участием липы в бассейне р. Чумыш (с учетом насаждений в Алтайском крае) составляет 3 тыс. га [6. С. 46]. Из приведенной информации о локализациях липы на территории Салаирского кряжа видно, что они отличаются наименьшей точностью по сравнению со сведениями по другим речным бассейнам.

Таким образом, впервые обобщен разрозненный материал по распространению липы в Кемеровской области с привлечением имеющейся лите-

ратуры, фондовых, гербарных материалов и опросных сведений местного населения. По уточненным данным, естественные насаждения липы сибирской в бассейне р. Кондома представлены 17 локальными насаждениями (площадью 1–2 га и менее) и двумя крупными массивами, где *Tilia sibirica* является эдификатором (Тельбесский липняк, ГПП «Липовый остров»). Локальные насаждения, где липа входит в состав первого яруса леса, имеются и в нижнем течении р. Мрассу (25–28 насаждений). Новые места вероятного произрастания липы у Кондомо-Мрасского водораздела (верховья р. Малый Кентас, бассейн р. Монастырка) сокращают пространственный разрыв между насаждениями ГПП «Липовый остров» и насаждениями липы в низовьях р. Мрассу.

Проведенные авторами поисковые маршруты, данные опросов и сведения из литературных источников позволяют утверждать, что липа в верховьях Томи распространена шире, чем считалось ранее. Общая площадь насаждений с участием липы в верховьях Томи может составлять 5–10 га, где *Tilia sibirica* представлена в виде дерева второй величины высотой до 11–12 м, пневой и ксилоризомной порослью. Большая часть насаждений липы в указанном выше районе расположена в окрестностях пос. Чульжан (5 насаждений).

Меньше всего сведений собрано о липняках в бассейне р. Чумыш (5–6 локализаций), Средней Терси и Тайдона (2 насаждения). Крайне затруднительно определить не только площадь липняков и преобладающую жизненную форму *Tilia sibirica*, но и географические координаты насаждений. Необходимо отметить, что имеющиеся в литературе сведения о площади липняков в бассейне р. Средняя Терсь крайне противоречивы. С одной стороны, в [6, 11] утверждается, что насаждения относительно невелики по площади (порядка нескольких гектаров). С другой стороны, в первоисточнике [38] указывается о значительных массивах, площадью порядка нескольких тысяч гектаров.

Используя полученный массив данных (координаты, текстовые описания, ссылки), создана карта, позволяющая удаленному пользователю получить информацию о локализациях естественных насаждений липы сибирской на территории Кемеровской области, а также текстовую информацию о характеристиках отдельных насаждений. По мере поступления новой информацию ресурс можно пополнять.

В заключение отметим, что вышеуказанные данные по распространению липы сибирской нуждаются в уточнении, для чего необходимо провести экспедиционные работы группой ученых-экспертов. Состав экспертной группы должен включать лесоводов, генетиков, геоботаников, почвоведов, палеоэкологов, климатологов, специалистов по геоинформатике.

Динамика ареала липы сибирской. С момента обнаружения липы сибирской ботаниками выдвинута и развивалась гипотеза о реликтовости этого вида на территории Сибири [4, 41, 42]. Главным аргументом этой гипотезы является обилие травянистых неморальных реликтов, произрастающих

под пологом леса с липой сибирской. Вторым аргументом является огромный пространственный разрыв между основным ареалом липы в европейской части России и липовыми «островами», найденными в горах Южной Сибири. Между тем пыльца липы постоянно присутствовала в пыльцевых комплексах из отложений третичного периода и плиоцена [41], свидетельствуя о некогда широком ареале этого вида, охватывавшем всю Южную Сибирь. Считается, что липа сибирская пережила многократные ледниковые периоды и межледниковья четвертичного периода вместе с травянистыми реликтами в предгорных убежищах. Имеются работы, указывающие на находки пыльцы липы в отложениях некоторых межледниковий на территории Алтая [43]. Это рассматривается некоторыми исследователями как неопровержимое доказательство неморальной реликтовости сибирской липы. Однако существует также мнение, что эти находки пыльцы липы являются результатом её переотложения из более древних плиоценовых осадков. Так, мы находили единичные пыльцевые зёрна липы, тсуги и птерокарии в позднеледниковых отложениях озера Джангысколь [44, 45] в Центральном Алтае, где липа (а тем более тсуга и птерокария) в это время никак не могла произрастать по имеющимся палеогеографическим данным [46].

При внимательном изучении фактов оказывается, что многие упоминаемые находки пыльцы липы четвертичного и голоценового времени сделаны в минеральных отложениях, где процент переотложенной пыльцы всегда очень высок [43, 47]. Тем не менее такие факты, то и дело встречающиеся при палеогеографических исследованиях, считаются палеопалинологическим доказательством обширного ареала липы не только в дочетвертичное время, но и в среднем голоцене [1, 41, 42]. Изучение динамики участка ареала липы сибирской в окрестностях с. Кузедеево осложняется малой пыльцевой продуктивностью этого энтомофильного дерева, плохой летучестью её пыльцы, исключительно редко выпадающей за пределами липовых насаждений, а также, что особенно важно, произрастанием липы сибирской в низкогорьях в условиях расчленённого рельефа и хорошего дренажа. В таких районах практически невозможно найти торфяные отложения в непосредственной близости от липового леса, чтобы получить наиболее достоверные палеопалинологические данные о динамике насаждений липы. Поэтому до настоящего времени палеопалинологическим методом исследованы только почвенные разрезы, сделанные непосредственно под пологом липовых насаждений в ГПП «Липовый остров». Впервые такие исследования проведены Л.Н. Савиной [24]. Ею исследовано три почвенных разреза в липняках: снытевом, папоротниково-осочковом, страусниковом. Основной вывод, который делает автор: ареал липы сибирской неуклонно сокращается. Липа оттесняется к верхним частям склонов северных экспозиций в результате распространения листовенных пород (березы и осины), которые в настоящее время интенсивно наступают под влиянием хозяйственной деятельности человека. Отступают, по мнению автора, также и пихтовые леса.

Л.Н. Савина исследовала также почвенный разрез пойменной террасы р. Большой Теш близ пос. Кузедеево, в котором на глубинах 100, 130, 160, 180 и 190 см встречены прослойки гумусового вещества, а по всей толще почвы разбросаны угольки, свидетельствующие о неоднократных пожарах на данной территории. Палинологический анализ гумусовых прослоек указал на доминирование в этих слоях пыльцы кедра и берёзы, постоянное присутствие пыльцы пихты, особенно обильное в трёх нижних слоях. В верхних 10 см почвы пыльца пихты сменилась на пыльцу кедра. Очень много найдено спор папоротников. Однако пыльца липы встречена только в верхнем образце с глубины 3 см. В более глубоких слоях почвы пыльцы липы не обнаружено. Автор считает, что причина отсутствия пыльцы липы в слоях глубже 3 см труднообъяснима. Это действительно трудно объяснить, зная, что р. Большой Теш дренирует как раз тот водораздел, на котором произрастает основной массив Кузедеевского липового острова. Педоантропологический (угольковый) анализ и радиоуглеродное датирование угольков из четырёх почвенных разрезов глубиной 50 см, отобранных непосредственно на территории липового острова, показали, что максимальный возраст слоёв почвы с глубины 45 см, в которых встречены угольки древесины липы, равен 1180–1051 календарному году [3]. В более глубоких слоях (ниже 45 см) угольков древесины липы не найдено, хотя встречено обилие угольков древесины пихты и осины. Таким образом, авторы [3] приходят к выводу, что *Tilia sibirica* может рассматриваться как реликт Южной Сибири, но вопрос времени его появления остаётся открытым.

Мы предприняли еще одну попытку выяснить палинологическим методом динамику участка ареала липы сибирской в окрестностях с. Кузедеева. Согласно полученной нами спорово-пыльцевой диаграмме (см. рис. 2), пыльца липы (*Tilia sibirica*) содержится в небольшом количестве по всей глубине почвенного разреза (9 см). Диаграмма может быть разбита на 3 спорово-пыльцевые зоны. Первая пыльцевая зона в основании разреза содержит много пыльцы пихты (*Abies sibirica* Ledeb.), относительно повышенное обилие пыльцы берёзы (*Betula pendula* Roth) и липы и небольшое количество пыльцы кедра (*Pinus sibirica* Du Tour). Вторая пыльцевая зона содержит максимальное обилие пыльцы липы, сопровождаемое высоким обилием спор однолучевых папоротников. Третья пыльцевая зона выделяется резким сокращением обилия пыльцы липы на фоне увеличения содержания пыльцы пихты и сосны (*Pinus sylvestris* L.). В дальнейшем обилие пыльцы пихты снижается, а берёзы – увеличивается. Таким образом, полученная спорово-пыльцевая диаграмма отражает большее распространение липы в месте исследования в прежние времена по сравнению с современностью. Липа произрастала вначале (пыльцевая зона 1) в осиново-пихтовых насаждениях с обильным высокотравьем, среди которого встречалось много скерды сибирской (*Crepis sibirica* L.), папоротника-орляка (трёхлучевые споры) и крапивы. Затем климат стал, очевидно, влажнее (пыльцевая зона 2). Это способствова-

ло распространению кедра, а в напочвенном покрове – массовому разрастанию мезофильных папоротников (однолучевые споры папоротников).

Более влажные условия этого периода благоприятствовали максимальному распространению липы сибирской. Заключительный этап (пыльцевая зона 3), вероятно, отражает не очередную климатическую флюктуацию, а влияние антропогенного фактора, о чем свидетельствует распространение сорных видов (повышается обилие пыльцы полыни, крапивы, конопли). Насаждения липы сибирской в окрестностях с. Кузедеево в этот период имеют тенденцию неуклонного сокращения. Таким образом, полученная нами пыльцевая диаграмма полностью подтверждает выводы Л.Н. Савиной. Однако данные дополнительного микроуголькового анализа раскрыли ранее не отмеченные возможные причины этого сокращения. Оказалось, что в слое почвы с максимальным обилием пыльцы липы содержится очень большое количество микроугольков (см. рис. 2). Учитывая, что сантиметровый слой почвы может накопиться за несколько десятков лет, можно предположить, что образец с максимальным обилием пыльцы липы, микроугольков и спор папоротников отражает послепожарную сукцессию растительности. Пожары уничтожили лесной полог, затем произошел быстрый захват территории ксилоризомной порослью липы, разрастание липовых насаждений и их цветение. Семенные проростки пихты на первых этапах зарастания пожарищ не могли конкурировать с липой. Лишь под пологом сформировавшегося липового леса стал развиваться подрост пихты, и пихта со временем стала вытеснять липу. Причиной пожара (или пожаров), приведшего к послепожарной сукцессии, в которой сыграла свою роль липа, могло быть как экстремально сухое лето (или несколько лет), так и антропогенный фактор. Ю.П. Хлонов указывал, что при низовых пожарах происходит повреждение подроста липы. У такого подроста образуется масса новых побегов. Много новых вегетативных побегов липы образуется также на вырубках, и они мешают возобновлению других пород [6. С. 72]. К выводу о лидирующей роли липы в послепожарных сукцессиях в ГПП «Липовый остров» пришли и чешские исследователи, проводившие педоантропологический анализ почвенных профилей в центре липового острова [3].

Кроме отмеченных палеопалинологических свидетельств, на отрицательное воздействие антропогенного фактора на липу сибирскую указывают и исторические факты. Например, в 1859 г. в районе Кузедеевского липового острова русские промышленники вырубали в год около 3 500 взрослых деревьев липы для заготовки лыка [48], а местное население вырубало крупные деревья липы для постройки лодок и дуплянок для пчел [23. С. 88]. И хотя после вырубки взрослых деревьев липа могла восстанавливаться за счет пневой и ксилоризомной поросли, все же ее участие в древостое значительно сократилось. Новые рубки и участвовавшие пожары привели к сокращению участия пихты и увеличению участия сосны и берёзы в древостое.

К сожалению, почвенные пыльцевые диаграммы не датируются радиоуглеродным методом, но по аналогии с палеолимонологическими данными

оз. Манжерокское с западных предгорий Алтая [49] можно предположить, что первая пыльцевая зона отражает период средневекового потепления, а вторая – резкое увлажнение климата начала Малого ледникового периода. Более ранние этапы в истории ареала липы в данном регионе восстановить палеоэкологическими методами пока не представляется возможным. Имеющиеся свидетельства сплошного характера ареала липы в атлантическом периоде по югу Западной Сибири от Урала до Кузнецкого Алатау [17] нуждаются в тщательной проверке, так как большая часть этой информации опубликована либо как простое словесное упоминание (повторяемое от автора к автору), без приведения полных пыльцевых спектров, либо пыльца липы найдена в минеральных осадках [43, 47], где очень велика вероятность переотложения её из более древних отложений.

В результате проведенной работы дополнена и уточнена информация о современном распространении липы сибирской в Кемеровской области, найдены новые местонахождения липы на этой территории. Исследования динамики насаждений липы ГПП «Липовый остров» с использованием спорово-пыльцевого и уголькового анализов показали, что участие липы в древостое прослеживается на протяжении ближайших 1 500 лет. Наибольшую роль в древостое липа сибирская играла в период так называемого средневекового потепления (1 800–1 200 лет назад), затем ее роль снижается под воздействием климатического и антропогенного фактора.

Авторы считают своим долгом выразить благодарность С.Б. Волковой и к.б.н. В.В. Бялту (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург) за предоставление электронных копий гербарных листов Б.Н. Клопотова.

Выводы

Установлено, что фрагмент ареала липы сибирской в Кемеровской области представлен двумя-тремя относительно большими массивами и 60–63 отдельными местонахождениями площадью менее 2–3 га. В зависимости от преобладающей жизненной формы *Tilia sibirica* (дерево первой величины, дерево второй величины, кустарник) в районе распространения липы в Кузбассе можно выделить две экологические области:

– пессимальную, где липа существует в основном в кустарниковой форме, особи представлены в виргинильной и имматурной стадии. Число травянистых неморальных реликтов ограничено 3–5 видами;

– оптимальную, где липа существует в форме дерева первой или второй величины и достаточно регулярно плодоносит. Число травянистых неморальных реликтов, как правило, превышает 5 видов (в каждом конкретном месте число реликтов зависит от степени антропогенного воздействия).

Достоверные палеопалинологические свидетельства присутствия пыльцы липы сибирской на Кузнецком Алатау охватывают примерно последние

1 500 лет. Для выяснения более ранней истории липы необходимы поиски хорошо датированных палеоархивов с более длительной историей осадконакопления.

Литература

1. Волкова В.С., Белова В.А. О роли широколиственных пород в растительности голоцена Сибири // Палеопалинология Сибири. М. : Наука, 1980. С. 112–117.
2. Бляхарчук Т.А. Последледниковая динамика растительного покрова Западно-Сибирской равнины и Алтае-Саянской горной области (по данным спорово-пыльцевого анализа болотных и озерных отложений) : дис. ... д-ра биол. наук. Томск, 2010. 519 с.
3. Novák J., Trotsiuk V., Sýkora O., Svoboda M., Chytrý M. Ecology of *Tilia sibirica* in a continental hemiboreal forest, southern Siberia: An analogue of a glacial refugium of broad-leaved temperate trees? // The Holocene. 2014. 24 (8): 908–918. doi: 10.1177/0959683614534744
4. Крылов П.Н. Липа на предгорьях Кузнецкого Алатау. Томск, 1891. 41 с.
5. Ревердатто Л.Ф. К вопросу о судьбе липового острова в Кузнецком Алатау // Известия Томского университета. 1925. Т. 75. С. 1–6.
6. Хлонов Ю.П. Липа и липняки Западной Сибири. Новосибирск : Наука, 1965. 154 с.
7. Грубов В.И. О современном состоянии липового острова в предгорьях Кузнецкого Алатау // Советская ботаника. 1940. № 1. С. 84–85.
8. Куминова А.В. Весенняя фаза развития липового острова Кузнецкого Алатау // Изв. Зап.-Сиб. филиала АН СССР. Сер. биол. 1949. Т. 3, вып. 1. С. 11–18.
9. Лащинский Н.Н., Ронгинская А.В., Лубягина Н.П. Эколого-генетический анализ липовых лесов Горной Шории // Черневая тайга и проблема реликтов. Томск : Изд-во Том. гос. пед. ин-та, 1979. С. 11–28.
10. Гудошникова С.В. Флора листостебельных мхов черневого подпояса южных гор Сибири и проблема происхождения черневой тайги. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1986. 190 с.
11. Крапивкина Э.Д. Неморальные реликты во флоре черневой тайги Горной Шории. Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2009. 229 с.
12. Куприянов О.А., Куприянов А.Н. Динамика зимних температур в насаждении липы сибирской (*Tilia sibirica* Bayer) // Вестник КемГУ. Биология. 2013. № 2-1 (54). С. 14–20.
13. Хлонов Ю.П. Факторы устойчивости липы сибирской в Горной Шории // Сибирский экологический журнал. 1996. № 6. С. 535–539.
14. Крапивкина Э.Д. Липовый лес кустарниковый папоротниково-широкотравный // Зеленая книга Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. Новосибирск : Наука, 1996. С. 104–107.
15. Terhürne-Berson R., Litt T., Cheddadi R. The spread of *Abies* through Europe since the last glacial period: combined macrofossil and pollen data // Veget. Hist. Archaeobot. 2004. № 13. P. 257–268. doi: 10.1007/s00334-004-0049-4.
16. Cheddadi R., Vendtamin G.G., Litt T., Froncois L., Kageyama M., Lorentz S., Laurent J.M., Beaulieu De J.L., Sadori L., Jost A., Lunt D. Imprints of glacial refugia in the modern genetic diversity of *Pinus sylvestris* // Global Ecology and Biogeography. 2006. № 15. P. 271–282.
17. Кременецкий К.В. О распространении ели, липы и черной ольхи в позднеледниковье и голоцене в Западной Сибири и Казахстане // Палинология в России. Статьи российских палинологов к IX Международному палинологическому конгрессу. Хьюстон, Техас, 1996. С. 56–71.
18. Binney H.A., Willis K.J., Edwards M.E., Bhagwat S.A., Anderson P.M., Andreev A.A., Blauw M., Damblon F.R., Haesaert P., Kienast F., Kremenetski K.V., Krivonogov S.K., Lozhkin A.V., MacDonald G.M., Novenko E.Y., Oksanen P., Sapelko T.V., Välirina M.,

- Vazhenona L.* The distribution of late-Quaternary woody taxa in northern Eurasia: evidence from a new macrofossil database // *Quaternary Science Reviews*. 2009. Is. 23–24, № 28. P. 2445–2464. doi: [10.1016/j.quascirev.2009.04.016](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.04.016).
19. MacDonald G.M., Velichko A.A., Kremenetski K.V., Borisova O.K., Goleva A.A., Andreev A.A., Swynar L.C., Riding R.T., Forman S.L., Edwards T. W.D., Aravena R., Hammarlund D., Szeicz J.M., Gattaulin V.N. Holocene Treeline History and Climate Change Across Northern Eurasia // *Quaternary Research*. 2000. № 53. P. 302–311. doi: [10.1006/qres.1999.2123](https://doi.org/10.1006/qres.1999.2123).
 20. Колокольников Л.В. Дневник Горно-Шорской экспедиции 1940 г. Рукопись из личного архива Курбатской Н.В.
 21. Куспеков В.Г. Междуреченск. Рукопись из фонда музея им. Куспекова. Междуреченск.
 22. SASGIS Web-картография и навигация. URL: www.sasgis.org (дата обращения: 04.04.2016 г.).
 23. Баранов В.И., Смирнов М.Н. Пихтовая тайга на предгорьях Алтая // Труды Пермского биол. ин-та. 1931. Т. 4, вып. 1–2. С. 1–96.
 24. Савина Л.Н. Таёжные леса Северной Азии в голоцене. Новосибирск : Наука, 1986. 190 с.
 25. Бляхарчук Т.А. Спорово-пыльцевой анализ в изучении прошлых изменений геобиосферы // Палеопочвы, природная среда и методы их диагностики. Новосибирск : ОФСЕТ, 2012. С. 103–108.
 26. Trautmann W. Zur Unterscheidung fossiler Spaltöffnungen der metteleuropäischen Coniferen // *Flora*. 1953. № 140. P. 523–533.
 27. Колокольников Л.В. О распространении липы и некоторых новых растений Кузнецкого Алатау // Заметки по фауне и флоре Сибири. Томск, 1941. Вып. 5. 8 с.
 28. Горшенин К.П., Гуськов Н.И. Почвы центральной части Горной Шории. Рукопись, 1928 г. // Исторический архив Омской области. Ф. Р-2227. Оп. 1. Д. 8. 93 с.
 29. Флора Сибири и Дальнего Востока. Вып. 5: Папоротникообразные / ред. Н.А. Буш. Л. : Изд-во Ботанического музея АН СССР, 1930. 218 с.
 30. Халлов В.А. Стратиграфия угленосных отложений юго-восточной части Кузбасса // Труды Томского университета. 1936. Т. 89. 150 с.
 31. Амелин И.И. Гостья из древности // Контакт. 2015. № 27. С. 18. URL: <http://idkontakt.ru/public/arhiv/kontakt/2015/27.pdf> (дата обращения: 04.04.2016 г.).
 32. Вигоров Л.И. Высокогорная растительность Восточной Шории в истоках реки Томи // Ботанические исследования Сибири и Казахстана / под ред. А.Н. Куприянова. Кемерово : Ирбис, 2015. Вып. 21. С. 130–154.
 33. Малахова Л.А., Воронова О.Л., Козлова А.А. Хромосомные числа некоторых представителей флоры сибирских липняков Кузнецкого Алатау // Черневая тайга и проблема реликтов. Томск : Изд-во Том. гос. пед. ин-та, 1979. С. 47–49.
 34. Мельников П.Т. Таежные просеки. Автобиографическая повесть. М. : Три Л, 2003. 86 с.
 35. Хлонов Ю.П. Искусственные посадки липы в Западной Сибири // Материалы Второй научно-технической конференции молодых ученых. Новосибирск : ЗСФАН, 1957. С. 3–10.
 36. Липы в предгорьях Кузнецкого Алатау близ улуса Сосновая гора (Тоз). URL: <http://myski.su/photo/17-0-554> (дата обращения: 04.04.2016 г.).
 37. Егоров В.Н. Оценка экологического состояния липняков в Горной Шории : дис. ... канд. биол. наук. Кемерово : ИЭЧ СО РАН, 2009. 190 с.
 38. Крылов П.Н. Семейство Tiliaceae – Липовые // Флора Западной Сибири: руководство к определению западносибирских растений. Вып. 8: Geraniaceae – Compositae. Томск : Наука, 1934. С. 1891–1894.
 39. Зыков И.В. Таежные встречи // Облака над горным перевалом. Кемерово : Кемеровское книжное издательство, 1968. С. 113–122.

40. Маиуков Д.А. Описание лесов Кольвано-Воскресенского горного завода // Лесной журнал. 1851. № 10. С. 87–99.
41. Ermakov N.B. The Altaian relict subnemoral forest belt and the vegetation of pre-Pleistocene mountainous landscapes // Phytocoenologia. 1998. № 28. P. 31–44.
42. Положий А.В., Крапивкина Э.Д. Реликты третичных широколиственных лесов во флоре Сибири. Томск : Изд-во ТГУ, 1985. 156 с.
43. Малаева Е.М. Стоянка Ануй-2 // Археология, геология и палеогеография плейстоцена и голоцена Горного Алтая. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 1998. С. 51–59.
44. Бляхарчук Т.А. Биогеографические и палеогеографические причины высокого биоразнообразия флоры и растительности Алтае-Саянского экорегиона // Изменение климата и биоразнообразия российской части Алтае-Саянского экорегиона / под ред. Н.Н. Михайлова. Красноярск, 2013. С. 161–178.
45. Blyakharchuk T.A., Wright H.E., Borodavko P.S., W.O. van der Knaap, Willem O., Ammann B. The role of pingos in the development of the Dzhangyskol lake-pingo complex, Central Altai Mountains, sothern Siberia // Paleogeography, Paleoclimatology, Palaeoecology. 2008. Vol. 257, № 4. P. 404–402. doi: [10.1016/j.palaeo.2007.09.015](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.09.015).
46. Бутвиловский В.В. Палеогеография последнего оледенения Алтая: событийно-катастрофическая модель. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1993. 251 с.
47. Белова В.А. Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири. Новосибирск : Наука, 1985. 159 с.
48. Ананьин И. О ежегодном истреблении русскими промышленниками кедра и липы в Алтайских горах // Томские губернские ведомости. 1859. № 8 (20 февраля). Часть неофициальная. С. 68–71.
49. Бляхарчук Т.А., Митрофанова Е.Ю., Эйрих А.Н. Комплексные палеоэкологические исследования донных отложений озера Манжерокское в предгорьях Алтая // Труды Карельского научного центра РАН. 2015. № 9. С. 81–99.

Поступила 02.02.2016 г.; повторно 17.04.2016 г.;
принята 27.04.2016 г.; опубликована 23.06.2016 г.

Авторский коллектив:

Амелин Иван Иванович – канд. физ.-мат. наук, м.н.с. лаб. математического моделирования волн цунами Института Вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (г. Новосибирск, Россия).

E-mail: aai@omzg.sgcc.ru

Бляхарчук Татьяна Артемьевна – д-р биол. наук, в.н.с. лаб. мониторинга лесных экосистем Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск, Россия).

E-mail: tarun5@rambler.ru

Amelin I., Blyakharchuk T.A. Distribution of Siberian linden (*Tilia sibirica* Bayer) in Kemerovo oblast. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2016;2(34):30–52. doi: [10.17223/19988591/34/3](https://doi.org/10.17223/19988591/34/3) In Russian, English summary

Ivan I. Amelin¹, Tat'yana A. Blyakharchuk²

¹Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

²Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tomsk, Russian Federation

Distribution of Siberian linden (*Tilia sibirica* Bayer) in Kemerovo oblast

The aim of this research was to perform the most complete inventory of the available oral and written information about findings of Siberian linden in Kemerovo oblast since

its discovery and to reveal Siberian linden history in the past by palaeoecological data. We presented the description of linden location, vital state of linden trees for each point of linden range, as well as the author and the year of the discovery of each particular linden stand. We created kml-file for the lime's area using web-GIS SASPlanet, which allows the user to receive in a visual form the most complete information about the habitat of Siberian linden in Google Earth. For some localities we added morphological characteristics of lime stands, an area of plantation and the presence of herbaceous nemoral relics. The localizations of linden stands are structured on the river-basin principle. A file with *Tilia sibirica* location can be downloaded at <https://yadi.sk/d/IIPJk49PqaiXq>.

The first author established the exact location of the lime "island" on the Soldatka River near the city of Mezhdurechensk by search routes. The "island" has an area of about 1 ha, where the linden is present as linden underbrush and individual trees up to 11-12 m tall and 20-25 cm in diameter. On the basis of manuscripts (published and unpublished) and from communicating with residents of Mezhdurechensk and Novokuznetsk districts we provide new data about the locations of limes in the basins of the Kondoma and the Mrassu rivers and in the upper reaches of the Tom river.

We present a review of paleopalynological data on the dynamics of Siberian linden range. We showed that in many cases the findings of lime pollen in mineral deposits of the Quaternary stand in the Holocene time can have redeposited genesis and should be attributed not to the Holocene, but to the Pliocene age. We confirmed the findings of hemlock and pterocarya pollen together with pollen of linden in the Late Glacial sediments in Altai region, where these warm-temperate tree species definitely could not grow at that time.

On the basis of the available palaeopollen data we established that the role of lime in the stand near Kuzedeevo for the past 1500 years changed significantly. The lime played a greater role, probably, during the medieval warming. During the Little Ice Age the participation of linden in forest stands near Kuzedeevo linden "island" decreased, at first due to climatic deterioration, then due to anthropogenic influence. Palynological and charcoal analyses of 9 cm soil section from the lime "island" showed a picture of post-fire vegetation succession in which the lime played a significant role at the first stage of reforestation, due to rapid colonization of fire glade by root sprouts. Then, Siberian fir intercepted the dominance, whose seed plantlets developed well under the lime and aspen canopy. Subsequent targeted cutting of limes and fir in the 19th and 20th centuries led to the spread of birch and reduced the abundance of linden in forest.

The article contains 2 Figures, 49 References.

Key words: vegetation; linden; pollen; area; relics; Google Earth, SasPlanet.

References

1. Volkova VS, Belova VA. O roli shirokolistvennykh porod v rastitel'nosti golotsena Sibiri [About the role of broad-leaved trees in the vegetation of Siberia in Holocene]. In: *Paleopalinologiya Sibiri* [Paleopalynology of Siberia]. Saks VN, editor. Moscow: Nauka Publ.; 1980. pp. 112-117. In Russian
2. Blyakharchuk TA. *Poslelednikovaya dinamika rastitel'nogo pokrova Zapadno-Sibirskoy ravniny i Altaje-Sayanskoi gornoj oblasti (po dannym sporovo-pyl'tsevogo analiza)* [Post-glacial dynamics of vegetation cover of the West Siberian plain and the Altai-Sayan mountain region (according to spore-pollen analysis of swamp and lake sediments). DrSci. Dissertation, Botany]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 2010. 519 p. In Russian
3. Novák J, Trotsiuk V, Sýkora O, Svoboda M, Chytrý M. Ecology of *Tilia sibirica* in a continental hemiboreal forest, southern Siberia: An analogue of a glacial refugium of broad-leaved temperate trees? *The Holocene*. 2014;24(8):908-918. doi: [10.1177/0959683614534744](https://doi.org/10.1177/0959683614534744)

4. Krylov PN. Lipa na predgor'yakh Kuznetskogo Alatau [Linden tree in the foothills of the Kuznetsk Alatau]. Tomsk: Izvestiya Imperatorskogo Tomskogo universiteta; 1891. 41 p. In Russian
5. Reverdatto LF. K voprosy o sud'be lipovogo ostrova v Kuznetskom Alatau [On the fate of the lime island in the Kuznetsk Alatau]. *Trudy Tomskogo Universiteta – Proceedings of Tomsk University*. 1925;75:272-282. In Russian
6. Khlonov YuP. Lipa i lipnyaki Zapadnoy Sibiri [Linden tree and linden forests in Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ.; 1965. 154 p. In Russian
7. Grubov VI. O sovremenno sostoynanii lipovogo ostrova v predgor'yakh Kuznetskogo Alatau [On the current state of the lime island in the Kuznetsk Alatau foothills]. *Sovetskaya botanika – Botany of USSR*. 1940;1:84-85. In Russian
8. Kuminova AV. Vesennyya phaza razvitiya lipovogo ostrova v Kuznetskom Alatau [Spring phase of development of the lime island in the Kuznetsk Alatau]. In: *Izvestiya zapadno-sibirskogo filiala Akademii Nauk SSSR. Seriya biologicheskaya* [Proc. of the West-Siberian branch of the Academy of Sciences of the USSR. Biological series]. 1949;3:11-18. In Russian
9. Lashinsky NN, Ronginskaya AV, Lubyagina NP. Ekologo-geneticheskii analiz lipovykh lesov Gornoy Shorii [Ecological-genetic analysis of the Linden forests of Mountain Shoria]. In: *Taiga i problemy reliktov* [Taiga and the problem of relics]. Gudoshnikov SV, editor. Tomsk: Tomsk State Pedagogical University Publ.; 1979. pp. 11-28. In Russian
10. Gudoshnikov SV. Flora listostebel'nykh mkhov chernevogo podpoyasa yuzhnykh gor Sibiri i problema proiskhozhdeniya chernvoy taigi [The flora of leafy mosses of Chern' subzone in southern mountains of Siberia and the problem of the origin of chern' taiga]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 1986. 190 p. In Russian
11. Krapivkina ED. Nemoral'nye relictvy vo flore chernvoy taigi Gornoy Shorii [Nemoral relicts in the flora of chernevaya taiga of Gornaya Shoria]. Koropachinskiy IYu, editor. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2009. 229 p. In Russian
12. Kupriyanov OA, Kupriyanov AN. The dynamics of winter temperatures in natural stands of siberian linden (*Tilia sibirica* Bayer). *Bulletin of Kemerovo State University*. 2013;2-1(54):14-20.
13. Khlonov YuP. Factory ustoichivosti lipy v Gornoy Shorii [The sustainability factors of Siberian Linden in Mountain Shoria]. *Sibirskiy Ekologicheskiy Zhurnal*. 1996;6:535-539. In Russian
14. Krapivkina ED. Lipovyi les kustarnikovyi paprotnikovo-shirokotravnyi [Linden forest, shrubby fern-wheat]. In: *Zelenaya kniga Sibiri. Redkiye i nuzhdayushiesya v ohrane rastitel'nye soobshchestva* [Green book of Siberia. Rare and requiring protection plant communities]. Koropachinskiy IYu, editor. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences Publ.; 1996. pp. 104-107. In Russian
15. Terhürne-Berson R, Litt T, Cheddadi R. The spread of *Abies* throughout Europe since the last glacial period: combined macrofossil and pollen data. *Veget. Hist. Archaeobot*. 2004;13:257-268. doi: [10.1007/s00334-004-0049-4](https://doi.org/10.1007/s00334-004-0049-4)
16. Cheddadi R, Vendtamin GG, Litt T, Froncois L, Kageyama M, Lorentz S, Laurent JM, Beaulieu De JL, Sadori L, Jost A, Lunt D. Imprints of glacial refugia in the modern genetic diversity of *Pinus sylvestris*. *Global Ecology and Biogeography*. 2006;15:271-282.
17. Kremenetski KV. O rasprostraneni eli, lipy i chernoy ol'khi v pozdnelednikov'ye i golotsene v Zapadnoi Sibiri i v Kazakhstane [On the spreading of spruce, linden and black alder in the Late Glacial Period and the Holocene in West Siberia and Kazakhstan]. In: *Palinologiya v Rossii. Stat'i rossiiskikh palinologov k IX mezhdunarodnomu kongressu. Houston. Texas* [Palynology in Russia. Proc. of the IX Int. Congress. Houston. Texas]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ.; 1996. pp. 56-71. In Russian
18. Binney HA, Willis KJ, Edwards ME, Bhagwat SA, Anderson PM, Andreev AA, Blauw M, Damblon FR, Haesaert P, Kienast F, Kremenetski KV, Krivonogov SK, Lozhkin AV,

- MacDonald GM, Novenko EY, Oksanen P, Sapelko TV, Väilirina M, Vazhenona L. The distribution of late-Quaternary woody taxa in northern Eurasia: evidence from a new macrofossil database. *Quaternary Science Reviews*. 2009;23-24(28):2445-2464. doi: [10.1016/j.quascirev.2009.04.016](https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.04.016)
19. MacDonald GM, Velichko AA, Kremenetski KV, Borisova OK, Goleva AA, Andreev AA, Cwynar LC, Riding RT, Forman SL, Edwards TWD, Aravena R, Hammarlund D, Szeicz JM, Gattaulin VN. Holocene treeline history and climate change across Northern Eurasia. *Quaternary Research*. 2000;3(53):302-311. doi: [10.1006/qres.1999.2123](https://doi.org/10.1006/qres.1999.2123)
 20. Kolokol'nikov LV. Putevoi dnevnik Gorno-Shorskoy ekspeditsii [Travel diary of expedition in Shoria mountains in 1940]. *Manuscript from the archive of the Kurbatskaya NV*. In Russian
 21. Kuspekov VG. Mezhdurechensk. *Manuscript. In the fund of memorial Kuspekov museum*. Mezhdurechensk. In Russian
 22. SASGIS web-kartografiya i navigatsiya [SASGIS web-mapping and navigation] (Electronic resource). Available at: www.sasgis.org (accessed 05.04.2016).
 23. Baranov VI, Smirnov MN. Pikhtovaya taiga na predgor'yakh Altaya [Fir forests on the foothills of the Altai]. *Trudy Permskogo biologicheskogo instituta – Proceedings of Perm Biological Institute*. 1931;4(1-2):1-96 p. In Russian
 24. Savina LN. Tazhnye lesa severnoy Azii v golotsene [Boreal forests of northern Asia in Holocene]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch Publ.; 1986. 190 p. In Russian
 25. Blyakharchuk TA. Sporovo-pyltsevoi analiz v izuchenii proshlykh izmenenii biogeosfery [Spore-pollen analysis in investigation of past change of biogeosphere]. In: *Paleopochvy, prirodnyaya sreda i metody ikh diagnostiki* [Paleosoils, environment and their diagnosis methods]. Dobrovolski GV, Dergacheva MI, editors. Novosibirsk: ZAO OFSET Publ.; 2012. pp. 101-108. In Russian
 26. Trautmann W. Zur Unterscheidung fossiler Spaltöffnungen der metteleuropäischen Coniferen. *Flora*. 1953;140:523-533. In German
 27. Kolokol'nikov LV. O rasprostraneni lipy i nekotorykh novykh rasteniy v Kuznetskom Alatau [About the spreading of lime and some new plants in the Kuznetsky Alatau]. In: *Zametki po flore i faune sibirii. Bulletin' Biologicheskogo instituta Tomskogo gosudarstvennogo universiteta* [Notes on the fauna and flora of Siberia. Biological Institute of Tomsk State University Bulletin]. 1941;5:1-8. In Russian
 28. Gorshenin KP, Gus'kov NI. Pochvy tsentral'noy chasti Gornoj Shorii. Rukopis' [Soils of central part of Shoria mountains. Manuscript]. *Istoricheskii arkhiv Omskoy oblasti* [Historical archive of Omsk region]. Fond № R-2227, Opis' №1, Delo №8. 93 p. In Russian
 29. In: *Flora Sibiri i Dal'nego Vostoka. Vyp. 5. Paprotnikoobraznye* [Flora of Siberia and Far East of Russia. Vol. 5. Ferns]. Bush NA, editor. Leningrad: Botanicheskii muzey Publ.; 1930. 218 p. In Russian
 30. Khakhlov VA. Stratigrafiya uglenosnykh otlogenii jugo-vostochnoi chasti Kuznetskogo basseina [Stratigraphy of the coal-bearing sediments of the South-Eastern part of the Kuznetsk basin]. *Trudy Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta – Proceedings of Tomsk State University*. 1936;89:1-150. In Russian
 31. Amelin II. Gost'ya iz drevnosti [Guest from ancient times]. In: *Kontakt* [Contact]. 2015;27:18. In Russian. Available at: <http://idkontakt.ru/public/arhiv/kontakt/2015/27.pdf> (accessed 02.05.2016)
 32. Vigorov LI. Al'piiskaya rastitel'nost' Vostochnoy Shorii v istokakh reki Tomi [Alpine vegetation of the Eastern Shoria in the headwaters of the Tom' River]. In: *Botanicheskie issledovaniya v Sibiri i Kazakhstane* [Botanical investigations in Siberia and Kazakhstan]. Vol. 21. Kupriyanov AN, editor. Kemerovo: KREOO IRBIS; 2015; pp. 130-154. In Russian
 33. Malakhova LA, Voronova OL, Kozlova AA. Hromosomnye chisla nekotorykh predstavitelei flory sibirskikh lipnyakov Kuznetskogo Alatau [Chromosome numbers of

- some characteristic plants of Siberian lime-tree forest of the Kuznetski Alatau]. *Chernevaya taiga i problema relictov* [In book Chern' taiga and the problem of relics]. Gudoshnikov SV, editor. Tomsk: Tomsk State Pedagogical University Publ.; 1979. pp. 47-49. In Russian
34. Mel'nikov PT. Tazhnye proseki. Avtobiograficheskaya povest' [Taiga glades. Autobiographical novel]. Moscow: Tri L Publ.; 2003. 86 p. In Russian
 35. Khlonov YuP. Iskusstvennyye posadki lipy v Zapadnoy Sibiri [Artificial planting of linden in Western Siberia]. In: *Materialy vtoroy nauchno-tehnicheskoi konferentsii molodykh uchenykh* [Materials of Second Sci-tech. Conf. of Young Scientists]. Novosibirsk. 1957. pp. 3-10. In Russian
 36. Lipy v Kuznetskom Alatau bliz ulusa Sosnovaya gora (Toz) [Linden trees in Kuznetsky Alatau near Sosnovaya gora ulus (Toz)] [Electronic resource]. Available at: <http://myski.su/photo/17-0-554> (accessed 04.04.2016). In Russian
 37. Egorov VN. *Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya lipnyakov Gornoi Shorii* [Assessment of the environmental condition of the lime forests in Shoria mountains. CandSci. Dissertation, Botany]. Kemerovo, Barnaul: Altay State University; 2009. 115 p. In Russian
 38. Krylov PN. Semeistvo Tiliaceae – Lipa [Family Tiliaceae – Linden]. In: *Flora Zapadnoy Sibiri: rukovodstvo k opredeleniyu zapadnosibirskikh rastenii. Tom. 8. Geraniaceae – Cornaceae* [Flora of Western Siberia: a guide to the identification of the West Siberian plants. Vol. 8. Geraniaceae-Cornaceae]. Tomsk: Nauka Publ.; 1934. pp. 1891-1894. In Russian
 39. Zykov IV. Tazhnye vstrechi [Meetings in taiga]. In: *Oblaka nad gornym perevalom* [Clouds over the mountain pass]. Kemerovo: Kemerovskoe knizhnoe izdatel'stvo; 1968. pp. 113-122. In Russian
 40. Mashukov DA. Opisanije lesov Kolyvan'-Voskresenskogo gornogo zavoda [Description of the forests of the Kolivan'-Voskresensk mining plant]. *Lesnoy zhurnal – Forest Journal*. 1851;10:87-99. In Russian
 41. Ermakov NB. The Altaian relict subnemoral forest belt and the vegetation of pre-pleistocene mountainous landscapes. *Phytocoenologia*. 1998;28:31-44.
 42. Polozhii AV, Krapivkina ED. Relikty tretichnykh zhirokolistvennykh lesov vo flore Sibiri [Relics of tertiary broad-leaf forests in Siberian flora]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 1985. 156 p. In Russian
 43. Malaeva EM. Stoyanka Anyuy-2 [Stand Anui-2]. In: *Arkheologiya, geologiya i paleogeografiya pleistotsena i golotsena Gornogo Altaya* [Archaeology, geology and Palaeogeography of Gorny Altay]. Derevyanko AP, editor. Novosibirsk: Archaeology Institute Publ.; 1998. pp. 51-59. In Russian
 44. Blyakharchuk TA. Biogeograficheskie i paleogeograficheskie prichiny vysokogo bioraznoobraziya flory i fauny v Altae-Sayanskom ekoregione [Biogeographic and palaeogeographic reasons of high biodiversity of flora and fauna in Altai-Sayan ecoregion]. In: *Izmenenie klimata i bioraznoobrazie rossiiskoi chasti Altae-Sayanskogo ekoregiona* [Change of climate and biodiversity of Russian part of Altai-Sayan ecoregion]. Mikhailov YY, editor. Krasnoyarsk; 2013. pp. 161-178. In Russian
 45. Blyakharchuk TA, Wright HE, Borodavko PS, van der Knaap WO, Willem O, Ammann B. The role of pingos in the development of the Dzhangyskol lake-pingo complex, Central Altai Mountains, Southern Siberia. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. 2008;257(4):404-402. doi: [10.1016/j.palaeo.2007.09.015](https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.09.015)
 46. Butvilovskii VV. Paleogeografiya poslednego oledeneniya Altaya: sobytiino-katastroficheskaya model' [Paleogeography of the last glaciation of Altai: event-catastrophic model]. Tomsk: Tomsk State University Publ.; 1993. 251 p.
 47. Belova VA. Rastitelnost' i klimat pozdnego kainozoya yuga vostochnoi Sibiri [Vegetation and climate of Late Cenozoic of the south of east Siberia]. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch of Russian Academy of Science Publ.; 1985. 159 p. In Russian

48. Anan'in I. O kazhdogodnom istreblenii russkimi promyshlennikami kedra i lipy v Altaiskikh gorakh [About yearly extermination of the Russian industrialists of cedar and lime in Altay mountains]. *Tomskie gubernskie vedomosti* [Tomsk provincial sheets]. 1859;8:68-71. In Russian
49. Blyakharchuk TA, Mitrofanova EYu, Eirikh AN. Kompleksnye paleoekologicheskie issledovaniya donnykh otlozhenii ozera Manzherokskoye v predgor'yakh Altaya [Complex palaeoecological investigation of bottom sediments of Manzherokskoye lake on Altai Mountains foothills]. In: *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoy Akademii Nauk* [Proceedings of Karelian Scientific Centre RAS]. 2015;9:81-99. In Russian

*Received 2 February 2016; Revised 17 April 2016;
Accepted 27 April 2016; Published 23 June 2016.*

Author info:

Amelin Ivan I, Cand. Sci. (Phys.-math.), Junior Researcher, Laboratory of Mathematical Modeling of Tsunami Waves, Institute of Computational Mathematics and Mathematical Geophysics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 6 Akademika Lavrentyeva Pr., Novosibirsk 630090, Russian Federation.
E-mail: twin-tour@yandex.ru

Blyakharchuk Tatiana A, Dr. Sci. (Biol.), Leading Researcher, Laboratory of Monitoring of Forest Ecosystems, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 10/3 Akademicheskyy Ave, Tomsk 634055, Russian Federation.
E-mail: tarun5@rambler.ru