

Д. Дж. Андерсон¹, А. В. Харинский², И. В. Стерхова³, Г. М. Шпейзер⁴

УниверситетТромсо, Норвегия

E-mail: david.anderson@uit.no

²Иркутский государственный технический университет, Россия

E-mail: kharinsky@mail.ru

³Центр сохранения историко-культурного наследия, Иркутск, Россия

E-mail: stinga.78@mail.ru

⁴Иркутский государственный университет, Россия

E-mail: zippol@mail.ru

ВОЗМОЖНОСТИ ФОСФАТНОГО МЕТОДА ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТРУКТУРЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ¹

Введение

На протяжении последних десяти лет археологи все шире применяют анализ химического состава почв для реконструкции процессов заселения и землепользования сообществ охотников и скотоводов Сибири. В некоторой степени, рост подобных исследований связан с потребностями контрактной (хоздоговорной) археологии, когда важно выяснить историю землепользования коренного населения перед тем, как утверждать крупномасштабные промышленные проекты. Такие исследования получили дальнейшее развитие благодаря разработке недорогих переносных мини-лабораторий для тестирования почв в полевых условиях. С их помощью стало реальным проводить исследование обширных площадей на предмет наличия мест поселений, даже при отсутствии каких-либо видимых признаков человеческой деятельности на поверхности. Целью данной статьи является описание работы, выполняемой международной командой специалистов в разных отраслях знаний, направленной на документацию антропогенетических почв, образованных в результате жизнедеятельности бурятских скотоводов на побережье Байкала.

Наша работа состояла в том, чтобы адаптировать ряд новейших полевых фосфатных методов, применяющихся в основном в лесной зоне Скандинавии, к сибирским условиям.

Фосфатные методы используются для идентификации размеров поселений, их границ, и в некоторой степени для выявления зон осуществления определенных видов деятельности в пределах поселения. В настоящей статье высказывается ряд общих положений в отношении теории и методологии измерения концентрации фосфатов в почве, с целью инициации дальнейшего использования этой методики на территории России. Мы также надеемся привлечь внимание к новому способу ведения полевых работ, не требующему проведения раскопок или существенно дополняющего их. В российских условиях данный низкзатратный метод может быть легко инкорпорирован в практику контрактной археологии, которая занимает значительное место в археологических исследованиях.

Краткое обозрение фосфатного анализа в археологии

С начала XX в. формирование почвенных фосфатов связывалось учеными с человеческой деятельностью. Фосфаты бывают трех разновидностей — растворенные в воде, органические и неорганические. Анализ свободных фосфатов является одной из основ сельскохозяйственного почвоведения. Археологи чаще сталкиваются с органическими и неорганическими фосфатами, ко-

¹Работа выполнена при финансовой поддержке Научного Совета Норвегии (проект «Homes Hearths and Households in the Circumpolar North» NFR 179316) и Национального Научного Фонда (США) («Home, Hearth and Household in Siberia and Northern Canada» NSF 0631970). Часть лабораторной работы и перевод введения с английского языка, сделанный Марией Нахшиной, был поддержан грантом Совета по Социальным и Гуманитарным Исследованиям Канады («Baikal Archaeology Project» SSHRCC MCRI 412- 2005-1005).

торые долго хранятся в почве. Крупномасштабные работы по изучению почвенных фосфатов в археологии проводились в Скандинавии до Второй мировой войны (Arrhenius, 1934). Затем они получили быстрое распространение в Великобритании (Mattingly & Williams, 1962), Америке (Solecki, 1951) и европейской части России (Веллесте, 1952; Штобе, 1959; Микляев, Герасимова, 1968; Holiday et al., 2007; Гольева, 2009). Хорошо известно, что фосфаты появляются в почве в местах скопления органического мусора, захоронений, при использовании огня в очагах или во время расчистки полей от деревьев и кустов. На площадях, используемых для посева сельскохозяйственных культур, количество свободных фосфатов и орфофосфатов сокращается. Значительная их часть усваивается растениями. Орфофосфаты могут быть распространены на обширной территории в результате перераспределения человеческих или животных отходов. Большая часть недавних исследований почвенных фосфатов в северных районах Европы касалась мест содержания крупного рогатого скота или оленей, а также районов концентрации различных видов органических отходов (например, на территориях складских или жилых помещений).

Органические и неорганические фосфаты являются идеальным маркером для геоархеологического анализа, благодаря их относительной устойчивости и способности сохраняться в почве на протяжении нескольких сотен лет с момента образования. Такая продолжительность объясняется тем, что ионы фосфатов образуют связи с различными элементарными частицами в почвах, в зависимости от уровня их кислотности. Этот процесс имеет как достоинства, так и недостатки в отношении работы археологов. Детальное изучение «полного состава» фосфатов в различных слоях может быть использовано для выяснения истории различных типов адаптации человека, переходя от охоты к оленеводству и затем сельскому хозяйству в пределах одного участка (Linderholm, 2007). Анализ «доступных» органических фосфатов, высвобожденных с помощью применения простых химикатов во время полевых исследований, может дать общую картину того, где находятся маркеры человеческих поселений. Но такие несложные анализы не дают абсолютных цифр концентрации фосфатов, а только формируют примерную схему их расположе-

ния на небольшом участке. Этот анализ может послужить основанием для дальнейших раскопок и проведения гораздо более дорогих лабораторных исследований, если участок, по мнению исследователя, представляет научный интерес.

Традиционно, фосфатный анализ используется для подтверждения определенной сельскохозяйственной или животноводческой деятельности на участках, которые уже были выявлены традиционным методом раскопок (Детюк и Тараненко, 1997). Авторы новейших исследований (Linderholm, 2007; Karlsson, 2004; Carpelan & Lavento, 1996; Terry et al., 2000) применяют почвенный анализ для выявления так называемых аномальных показателей выше фонового уровня, которые затем использовались для картографирования разных зон человеческой деятельности. Большинство ученых до сих пор считают распределение фосфатов лишь промежуточным методом, указывающим на следы человеческой деятельности, который может быть корректно интерпретирован только с помощью раскопок или метода триангуляции с использованием исторических карт или этно-археологического анализа. Тем не менее, новейшие исследования в области ландшафтной археологии обращаются к антропогенетическим лесам и лугам, как к самостоятельным артефактам, которые отражают многопоколенческие последствия человеческого обитания, которые, в свою очередь, могут быть выявлены посредством статистического анализа большого количества химических измерений (Macphail et al., 2000). Подобные исследования интерпретируют экологические данные как отражающие иной порядок устройства повседневности, что выходит за пределы традиционного анализа артефактов.

Несмотря на то, что взаимосвязь фосфатов и человеческой деятельности была известна науке на протяжении почти ста лет, в археологии не существует стандартных методов по изучению данного феномена. В наиболее свежей обзорной статье на английском языке (Holiday & Gartner, 2007) был проведен анализ 240 выборочных публикаций по фосфатному анализу, в результате которого было выявлено 62 различных способа его осуществления. Статья завершается призывом к авторам описывать используемые ими методы более подробно. Ее основным выводом заключается в том, что подходы к

фосфатному анализу в археологии варьируют между попытками использования комплексных методов и приблизительных методов. Первый подход применяется для выявления всех разновидностей фосфатов с целью получения данных для сравнительного анализа участков. Второй дает примерную оценку присутствия или отсутствия фосфатов, что позволяет сформировать локальную картину человеческой деятельности лишь на одном участке. Авторы статьи также ссылаются на собственные исследования, проведенные в Соединенных Штатах, в которых они выполнили сравнительный анализ четырех различных методов, примененных на трех участках. Авторы приходят к выводу, что простые полевые методы (при условии их корректного описания) предоставляют важные данные о человеческой активности, которые могут быть затем уточнены с помощью более дорогостоящих методов. Удивительно то, что в таком авторитетном обзоре отсутствуют ссылки на российские исследования, несмотря на то, что на территории России представлено широкое разнообразие, как типов почв, так и видов человеческой деятельности. Их осмысление могло бы внести важный вклад в разработку методов фосфатного анализа. В большинстве работ, опубликованных на английском языке, представлены исследования в Северной Америке и Европе, а также в некоторой степени в Латинской Америке. Учитывая данное несоответствие, мы решили провести последовательный фосфатный анализ в одном из районов Восточной Сибири.

Измерение фосфатов в подзолистых почвах Прибайкалья

В кислых почвах, которые часто встречаются в Восточной Сибири (дерново-подзолистых и красноземах), образуются фосфаты полуторных окислов, которые характеризуются очень слабой растворимостью и доступностью для растений. Поэтому, фосфаты, которые появляются в почве в результате человеческой деятельности, сохраняются в ней и после того, как люди уходят из этих мест. В Прибайкалье, в отличие от многих районов Европы, как правило, скопление фосфатов имеет прямую связь с традиционной формой сельского хозяйства,

поскольку удобрение почвы искусственным образом не практиковалось. Поэтому дерново-подзолистые почвы Восточной Сибири являются отличным полигоном для проверки скандинавских методик измерения фосфатов.

Из опубликованной литературы известно, что минерализация фосфатных ионов в Скандинавских странах происходит на границе горизонтов А и В, или в тех горизонтах, в которых наблюдается самая высокая концентрация тяжелых металлов. Многие скандинавские археологи пишут о том, что этот слой можно визуально определить в почвах, поскольку он отличается от верных слоев красно-коричневого оттенка. Фосфаты проникают через толщу земли «стрелами». Этот факт имеет большое значение для археологической интерпретации. В отличие от большинства следов человеческой деятельности, попавших в почву, фосфаты, как маркеры деятельности человека, не остаются на том уровне, на котором они первоначально образовались. Фосфаты передвигаются вниз до тех пор, пока не столкнутся с металлами, к которым они прикрепляются. Это значит, что исследование человеческой деятельности не производится как фиксация событий, происходивших в конкретном месте. Определяется лишь приблизительное местоположение действия, происходившего в прошлом. Фосфаты могут оседать в почве не на одном уровне. Концентрация фосфатов в нескольких пробах, взятых с одного уровня в нескольких сантиметрах друг от друга, может отличаться. Поэтому скандинавские археологи отработали методику отбора проб через сетку в несколько метров или сантиметров, чтобы получить достаточное количество данных для выполнения схемы концентрации фосфатов на исследуемой площади.

В условиях Прибайкалья ни распределение фосфатов по слоям земли, ни их соответствие различным проявлениям хозяйственной деятельности пока не подтверждалось полевой практикой. Поэтому первая цель нашей работы заключалась в выборе площадки, на которой можно было исследовать структуру почв и закономерности оседания фосфатных ионов в разных слоях земли и соотнести с ними известные типы человеческой деятельности.

Чтобы упростить методику отбора образцов, скандинавские археологи разработали недорого-

стоящие переносные «мини-лаборатории», которые быстро могут дать приблизительные результаты уровня фосфатов прямо в полевых условиях. О недоступности таких лабораторий в России уже упоминалось в отечественной литературе (Детюк и Тараненко, 1997). Хотя существует большое разнообразие переносных лабораторий (Holiday & Gartner, 2007), мы остановились на комплекте, производимом корпорацией «Мэрк». Он состоит из компьютеризированного фотометра, который работает на пальчиковых батарейках, и набора полосок, которые отражают концентрацию «доступных» растворенных и органических фосфатов в почве². В ходе анализа выдаются цифровые сведения о концентрации фосфатных ионов в литрах, которые можно переводить в миллиграммы. Для анализа требуется около 1 г почвы. Проведение анализа возможно только при температуре от 15°C до 35°C. Во время работы мы применяли упрощенную методику анализа, используемую для археологических разведок, которая была опубликована изобретателем мини-лаборатории (Persson, 1997). При упрощенной методике «доступные» фосфатные ионы измеряются в почвенных образцах без предварительной обработки в сложных кислотах. Для этого используется только реагент слабой серной кислоты, который входит в единый комплект вместе с полосками. Полная процедура подготовки образцов для анализа, преимущественно, рекомендуется только для сельскохозяйственных целей.

Чтобы убедиться в корректности результатов, полученных с помощью переносной лаборатории, мы решили провести повторный анализ отобранных образцов в Межвузовской региональной лаборатории экологических исследований Иркутского государственного университета, а затем сравнить между собой данные, полученные с помощью разных методик. В лаборатории растворимый фосфат также определяется с помощью спектрометра, но пробы обрабатываются заранее в водном растворе бикарбоната

натрия на основании международного стандарта ИСО 11263 (ISO 11263: 1994)³. Методика признана международной организацией стандартов и Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов России (протокол КХА № 4Э-09) как эффективный способ измерения «доступных» фосфатных ионов в воде или в почве для хозяйственных или экологических целей.

Хотелось бы обратить внимание на то, что цели экологии и археологии при научном описании этих методов расходятся. Если экологи делают акцент на аккуратности проявления светового индикатора, фиксирующего растворенные в жидкости фосфаты (Шпейзер и Минеева, 2006), археологи больше внимание обращают на кислоты, в которых обрабатывается почва до начала анализа, вследствие чего «освобождаются» фосфатные ионы, закрепленные в неорганической форме. Поэтому перед тем как опубликовать результаты, полученные в лаборатории, следует уточнить методику первичной обработки образцов, которой часто следуют автоматически в лабораторном режиме и часто не упоминают о ней в отчете.

Обе методики работают по одному принципу (фотометрическое определение концентрации фосфатов с помощью молибденовой кислоты как индикатором). Они отличаются методикой первичной обработки почвы. Можно предполагать, что методика ИСО 11263 дает более точное определение «доступных» растворимых и органических фосфатов и что методика Мерка демонстрирует приблизительное определение всех трех разновидностей фосфатов.

Приступая к сравнению обеих методик, мы вначале измерили концентрацию фосфатов в разных почвенных слоях. Первые образцы взяты из шурфов 1 и 2. После того как был определен слой с максимальным уровнем фосфатов, отбор проб стал производиться из разных хозяйственных объектов, которые, по нашему мнению, должны содержать фосфаты. Образцы почвы вначале анализировались возле места отбора с помощью экспресс лаборатории Мерка, а затем в лаборато-

²Переносная лаборатория состоит из Merck Reflectometer (116970) для Reflectoquant системой и полоски для определения фосфатов Merck Reflectoquant Phosphate Test (116978), которые продаются вместе с бутылкой слабой серной кислоты. Фотометер также может использоваться при измерении других по кислотности полосок или других химикатов. Корпорация Мэрк имеет доставляет свои товары в Россию <http://www.merck-chemicals.ru/>
-Предварительно 5 г почвы обрабатывают в 100 мл экстракционного раствора на протяжении 30 минут при температуре 20±ГС. Раствор готовят из 42,0±0,1 г бикарбоната натрия (NaHCO₃) в 800 мл воды (Фомин Г.Ф., Фомин А.Д., 2001).

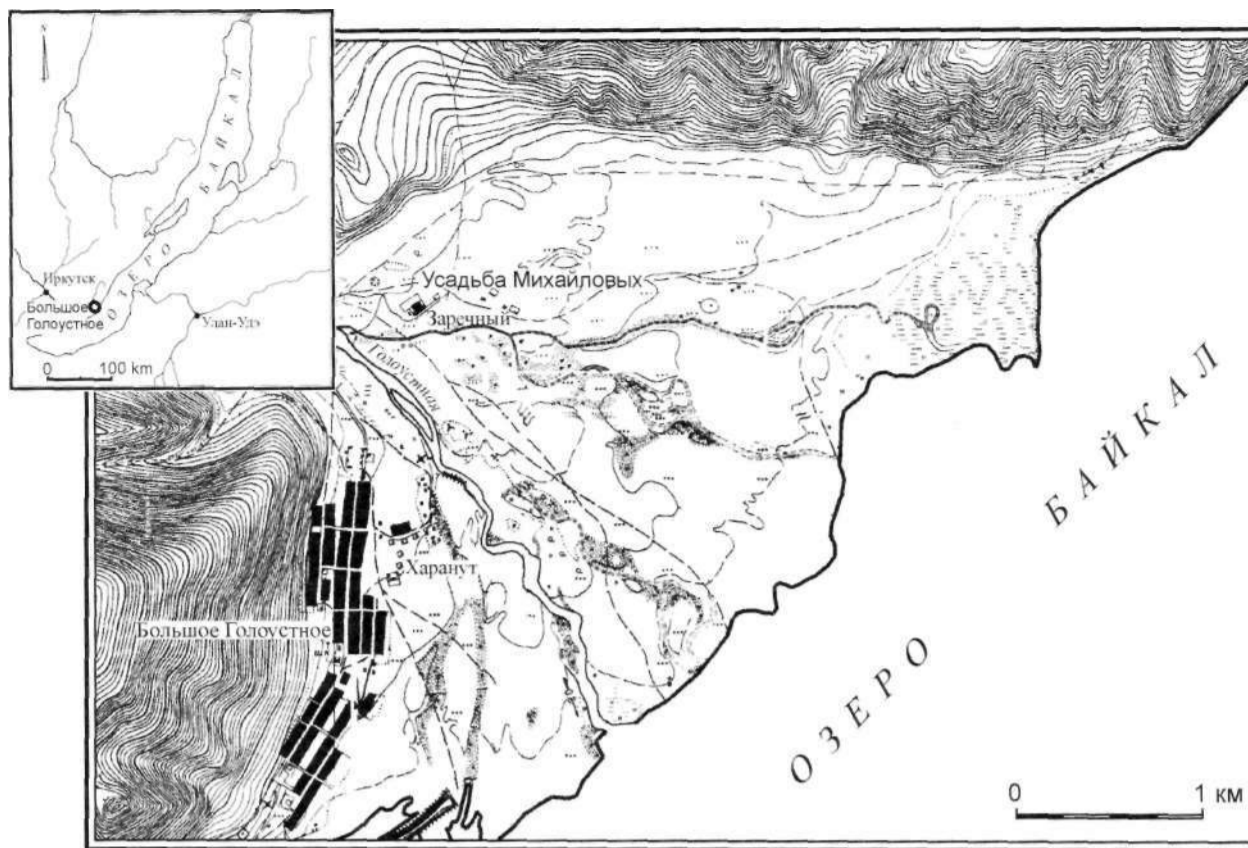


Рис. 1. Карта расположения летника Заречный

рии ИГУ. Ниже приводится сравнение обоих результатов.

Пробы из хозяйственных объектов были взяты с помощью ручного бура корпорации «Окфилд» США⁴. Поскольку диаметр проб, взятых с помощью бура, составлял 2 см, чтобы предоставить необходимое для анализа количество почвы, образцы, передаваемые в лабораторию ИГУ, были длиной от 3 до 4 см. Объем почвы (1 г), поступивший в переносную лабораторию, был намного меньше. Возможно, разница в объеме образцов привела к расхождению в данных по концентрации фосфатов в почве, полученных с помощью экспресс-лаборатории и в лаборатории ИГУ.

Летник Заречный

Для определения возможностей фосфатного анализа в этно-археологических исследованиях на территории лесостепного Предбайкалья осе-

нию 2008 г. был произведен отбор образцов земли на территории летника Заречный на левом берегу реки Голоустная, в 0,8 км к северо-востоку от с. Большое Голоустное Иркутского района Иркутской области (рис. 1). Для проведения тестирующих анализов летник Заречный выбран не случайно. На его территории сохранились полуразрушенные остатки нескольких бурятских усадеб. На поверхности земли видны основания построек, хозяйственное назначение большинства из которых можно установить.

Современное бурятское население с. Большое Голоустное является одним из ответвлений булагатов и относятся к двум родам ашаабагаты и харануты. Жительница с. Большое Голоустное К.В. Михайлова (1949 г.р.) сообщила, что первыми в этих местах поселились представители ашаабагатского рода, и произошло это приблизительно в 1673 г. В 1733 г., по ее словам, в эти края перекочевали буряты харанутского рода. Русское население

⁴Model C Hand auger, Oakfield Apparatus Company, Wisconsin Usa, Model C, диаметр бура 2 см, длина 23,5 см. http://www.soilsamplers.com/popular_models.html#model_c

не появилось в долине Голоустной значительно позже бурят. Во время путешествия Георги (1772 г.) в районе устья реки Голоустной располагалось только зимовье, построенное между двумя рукавами реки и служившее местом жительства перевозчиков через Байкал. Для них была построена и часовня (Семенов и др., 1895: 184).

В конце XIX в. в юго-западной части Голоустинского мыса, возле его основания, уже располагалась деревня Голоустная. Она тянулась вдоль берега Байкала, хотя некоторые отдельные постройки стояли уже и около мыса Крест. Деревня входила в Тугутуйскую волость и насчитывала 33 двора с 172 жителями, 84 из которых были мужского пола. Кроме хлебопашества и скотоводства, жители деревни занимались рыбной ловлей и охотой. Весной промышляли нерпу, а осенью белку. Рыбу (преимущественно хариуса) ловили сетью в Байкале, а также «заездками» в реке (Семенов и др., 1895: 185).

К устью Голоустной буряты переселялись только летом. Их зимники располагались вверх по долине Голоустной, верстах в 5 от Байкала, выше местности, называемой Ключами (Семенов и др., 1895: 184). По сведениям С.П. Балдаева, в улусе Малый Голоустинский проживали буряты ашаабагатского рода, а в улусе Голоустинский — харанутского рода (Балдаев, 1970: 177, 178). Улусы Голоустинский и Большой Голоустинский входили в Кудинское инородное ведомство Иркутского округа. По переписи 1897 г. первый из них включал 104 хозяйства (497 человек, из них 17 русских, а остальные буряты). Большое Голоустное включало 18 хозяйств (127 человек, из них 25 русских, а остальные буряты) (Патканов, 1912: 446, 447).

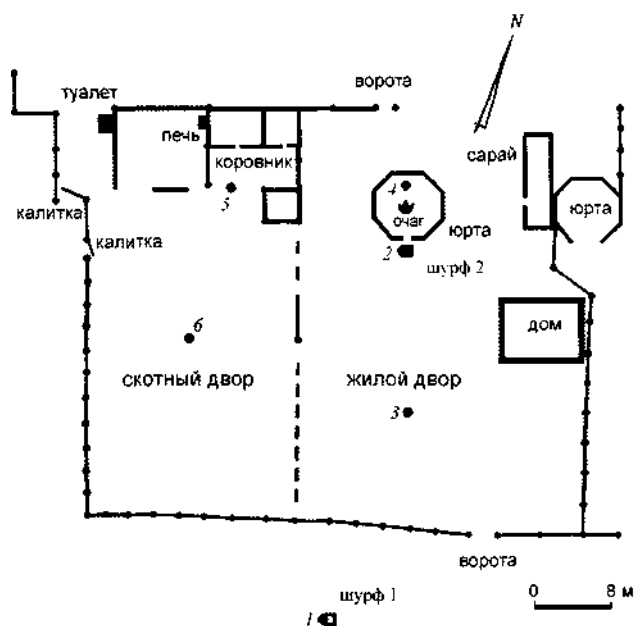
Бурятское население долины Голоустной вело полуседлый образ жизни. Зимой оно проводило в 6 км от озера Байкал, на левом берегу реки Голоустной в местности Бурхай (улус Голоустинский), куда перекочевывало в конце сентября — начале октября. Эта территория была защищена Приморским хребтом от холодного ветра с Байкала, а пастбища, расположенные в долине реки, могли прокормить скот. Разведение крупного рогатого скота и овец являлось основой хозяйственной деятельности бурят. В конце мая, когда становилось теплей, они перекочевывали на пастбища, расположенные в прибрежной части Байкала, с двух сторон от дельты Голоустной.

В конце XIX — первой половине XX в. в райо-

не дельты Голоустной располагалось 4 бурятских летника (улуса): Подкаменный (*бур. Хыксей*), Заречный (*бур. Бусагай*), Харануты (*бур. Аихэ*) и Батагаевский (*бур. Байдэ*). По словам Ф.Б. Бордановой (родилась в 1929 г. в улусе Бусагай), буряты Подкаменного, Заречного и Батагаевского улусов считались родственниками, а буряты улуса Харануты — другим племенем. Подкаменные летники находились в 1 км к западу от Байкала, напротив пади Подкаменной, на левом берегу Подкаменного рукава дельты реки Голоустная (*бур. Уган*). Летник Заречный располагался в 1 км к западу от Подкаменного, на левом берегу Подкаменного рукава. Харанутские летники находились с западной стороны дельты Голоустной, на правом берегу Голоустинского рукава, в 0,6 км к юго-западу от Заречного. Батагаевские летники локализовались в 0,5 км к югу от Харанутов, на правом берегу Голоустинского рукава, в 0,5 км к северу от Байкала (Атлас..., 1903: лист 2-В).

В XIX в. основным жилищем предбайкальских бурят была восьмиугольная деревянная юрта, возле которой сооружались загоны для скота. К середине XX в. буряты все чаще стали использовать для жилья избу, а надворные постройки организовывали по подобию русских крестьян. С проведением коллективизации количество личного скота у бурятского населения значительно сократилось. Для его содержания возле жилого двора стали пристраивать скотный двор. Широко начала практиковаться заготовка сена на зиму. Население стало постоянно проживать в Заречном, не перегоняя скот в Бурхай. С началом укрупнения сел в 60-е гг. значительная часть жителей Заречного переселилась в Большое Голоустное. Населенный пункт стал пустеть.

Отбор образцов для фосфатного анализа проводился в северо-западной части Заречного на усадьбе Михайловых, большая часть надворных построек которой была возведена в 30-е гг. XX в. До 1954 г. на усадьбе постоянно жила бурятская семья. Впоследствии хозяева переехали в Большое Голоустное. К настоящему времени на усадьбе фиксируются остатки построек, являвшихся типичными для долгосрочных поселений и использовавшихся бурятским населением Предбайкалья в середине XX в. (рис. 2). Усадьба имеет четырехугольную форму и окружена по периметру изгородью, состоящей из вкопанных в землю деревянных столбов, между которыми крепятся горизонталь-



6 # место отбора пробы для фосфатного анализа и ее номер

Рис. 2. Летник Заречный, усадьба Михайловых. Схема отбора образцов для фосфатного анализа

но расположенные жерди и доски. Территория усадьбы разделена на две части: юго-западную — скотный двор и северо-восточную — жилой двор. В жилой двор усадьбы ведут двое ворот. Одни из них расположены с юго-восточной стороны изгороди, другие с северо-западной. На дворе остались нижние венцы четырехугольного деревянного дома и восьмиугольной деревянной юрты. Дом располагался в северной части усадьбы у изгороди. Крыльцо дома находилось с юго-западной стороны. К западу от дома, в северо-западной части жилого двора находятся остатки юрты, выход из которой обращен в юго-восточную сторону. Обычно в ней жили только в летнее время, а зимой использовали для хранения продуктов и различных вещей. В центре юрты фиксируются остатки открытого очага, обложенного по периметру кирпичом. В северной части жилого двора, у изгороди, располагаются остатки сарая четырехугольной формы. С севера к сараю примыкает разрушенная восьмиугольная юрта, относящаяся к соседней усадьбе.

В отличие от жилого двора, постройки скотного двора во время переселения в Большую Голоустную не разбирались. В его северо-западной части находится коровник, сеновал и две хозяйственные постройки. Коровник был небольшим, и в нем преимущественно держали телят. В совет-

ское время домашнего скота в бурятских хозяйствах было немного, обычно 1-3 коровы. В одной из надворных построек сложена кирпичная печь. На скотный двор ведут две калитки, расположенные в юго-западной части изгороди. С западной стороны скотного двора имеется незагороженное пространство шириной 6 м, в северной части которого располагается туалет.

Строение рыхлых отложений в окрестностях летника Заречный

Для взятия образцов и изучения стратиграфии толщи рыхлых отложений в районе усадьбы заложено два шурфа (рис. 2). Шурф №1 разбит в 17 м к юго-западу от южных ворот усадьбы. Из него взято 9 образцов для фосфатного анализа — две пробы из каждого слоя. Для того чтобы уточнить стратиграфию рыхлых отложений в районе усадьбы, в 1 м к югу от входа в юрту заложен шурф № 2. Из него отобрано только 4 образца для анализов, почти из каждого почвенного горизонта по образцу. В районе шурфа № 2 слой А, расположенный между слоями Ад и В1, был настолько тонкий, что отобрать из него пробу не было возможности.

Согласно почвенной карте Иркутской области (В.А.Кузьмин, 1979) в районе исследования распространены дерново-лесные и дерново-подзолитые почвы. В данном случае можно предположить, что шурфом вскрыт мало мощный профиль дерново-лесных почв. Профиль таких почв четко подразделяется на генетические горизонты: дерновый горизонт Ад, гумусово-аккумулятивный А, переходные В1, В2, почвообразующая порода С и подстилающая Д. Элювиально-делювиальная дифференциация профиля почвы не выражена. Реакция почвы колеблется от слабокислой в средней части профиля, до слабощелочной в нижней. Сумма обменных оснований 30-40 мг.экв на 100 г почвы, в составе обменных оснований преобладает кальций. Содержание гумуса 5-7% и довольно резко убывает по профилю почвы. В основном, дерново-лесные почвы имеют мало мощный профиль и малогумусны.

При изучении строения рыхлых отложений, вскрытых шурфами, выяснилось, что они имеют небольшую мощность (0,50-0,70 см) и представлены голоценовой толщей темных гумусированных в верхней части и буроватых в нижней части сред-

них суглинков (профиль Ад, А, В1, В2, С) и позднеплейстоценовыми (сартанскими?) отложениями — серовато-буроватая среднесуглинистая толща с песчаным прослоем (рис. 3). Коричневого слоя земли между горизонтами А и В, который отмечается в Скандинавии, в стратиграфическом разрезе на усадьбе Михайловых не зафиксировано.

В шурфе № 1 (место отбора образца № 1) (рис. 2) глубиной до 70 см выделяется 5 слоев (сверху вниз) (табл. 1).

В шурфе № 2 (место отбора образца № 2) (рис. 2), глубина которого составила 40 см, также выделяется 5 слоев, но их мощность меньше, чем в шурфе № 1 (сверху вниз) (табл. 2).

В других частях усадьбы фиксируется стратиграфия близкая к отмеченной в шурфах № 1 и 2. Поэтому на остальной территории усадьбы образцы отбирались с помощью ручного бура без шурфовочных работ.

Для определения концентрации фосфатов в разных уровнях земляной толщи образцы для анализа брали из каждого геологического. В шурфе № 1 образцы отбирались по одному из верхней и нижней части слоя: образец 1 — Ад; образец 2 — А; образец 3 — В1; образец 4 — В2; образец 5 — кровля 3-го слоя; ... образец 9 — слой 5 (рис. 3). После того, как с помощью переносной лаборатории Мерка было определено, что максимальный уровень фосфатов оседает на границе слоев А и В, мы приступили к отбору образцов на хозяйственных объектах. Два образца взяты из пробы в жилом дворе (место отбора образца № 3); три образца из пробы в юрте, к северу от очага (место отбора образца № 4); два образца в пробе перед коровником (место отбора образца № 5); три пробы из образца в скотном дворе (место отбора образца № 6) (рис. 2).

Для анализа пробы в экспресс-лаборатории использовался предварительно подготовленный почвенный образец (1 г сухой почвы). Он помещался в мензурку и смешивался с дистиллированной водой до объема 5 мл. Затем в мензурку добавлялось 10 капель реактива (0,2 моль/л), и полученный раствор размешивали. Сразу же на рефлектометре нажимали кнопку «START», выставляя на таймере прибора время реакции — 90 сек. Пока таймер рефлектометра отсчитывал время, в раствор с образцом при температуре 15-35°C

на 2 сек погружали тестирующую полоску. Вытащив ее из раствора, позволяли стечь воде и приблизительно за 10 сек до окончания времени реакции рефлектометра, вставляли полоску в адаптер прибора. Нужно заметить, что измерения фосфатов с помощью экспресс-лаборатории лучше производить в тени. Прямые солнечные лучи, воздействуя на фотометр, способствуют получению искаженных данных. После окончания реакции, на дисплее рефлектометра появлялось значение концентрации PO_4^{3-} мг/л, свидетельствующее об уровне концентрации фосфатов в почве. Анализ с использованием экспресс-метода для каждого образца проводился дважды. Для перевода данных в единый формат, полученные результаты умножались на количество разбавленной воды и разделялись на 10^5 , в соответствии с принятым в России Госстанартом (мг/100 г).

Результаты по образцам из шурфов № 1 и 2, полученные экспресс-методом и с помощью лаборатории ИГУ, представлены в табл. 3. На рис. 3 представлены графики, демонстрирующие концентрацию фосфатов в разных слоях земляной толщи, вскрытой шурфами № 1 и 2. Каждый из графиков соответствует одному из использованных методов. Результаты обеих методик для четырех хозяйственных объектов представлены в табл. 4. В обеих таблицах результаты мини-лаборатории переведены в мг/100 г.

Не стоит забывать, что во время отделения фосфатных ионов в исследуемых образцах, в портативной лаборатории и в стационарной лаборатории ИГУ используются разные кислоты. Поэтому заранее можно предвидеть различия в количественных результатах, полученных разными методами. Тем не менее, динамика результатов должна быть похожей.

Дискуссия

На основании результатов из шурфа 1, полученных с помощью обеих методик и представленных в табл. 3, можно констатировать, что максимальное содержание фосфатов фиксируется в образцах № 2 и 3 которые отобраны на границе горизонтов А и В. Далее, вниз по профилю содержание фосфатов закономерно уменьшается, особенно резко — в песчаном слое в средней части профиля. Наличие меньшего количества фосфатов в верхней

³В Скандинавии археологи публикуют результаты анализов в мг/кг, умноженные на 5.

Таблица 1.
Строение рыхлых отложений шурфа № 7 на летнике Заречный

№ слоя	Характеристика отложений	Мощность (м)
1	Тёмно-серый гумусированный среднесуглинистый слой — дерново-почвенный горизонт Ад и А. Сухой, не уплотнён, включения в виде корней растений, новообразования отсутствуют. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая, местами в виде клиновидных затёков (криогенные клинья) в нижележащий слой до глубины 0,40 м	0,10-0,15
2	Серовато-бурый среднесуглинистый слой — подгумусовый почвенный горизонт В. Сухой, немного уплотнён, крупнокомковатой структуры, включения в виде единичных корней растений, новообразования отсутствуют. Морфологический слой подразделяется на два подслоя В1 и В2: подслой В1 — темнее, В2 — более светлый, однородный. Кровля слоя нарушена криогенными клиньями, заложеными из вышележащего слоя 1. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая	0,30-0,40
3	Светло-серый опесчаненный слой С1. Песок белый, крупнозернистый. Слой рыхлый, бесструктурный, новообразования и включения отсутствуют. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая	0,06-0,16
4	Серовато-бурый среднесуглинистый слой С2. Немного уплотнён, сухой, комковатоглыбистой структуры, новообразования отсутствуют, включения в виде единичных галек. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая	0,05-0,15
5	Галечник средний и мелкий, хорошо окатанный, сухой — слой D	вскрытая мощность 0,02

части шурфа, чем в образцах №№ 2 и 3 закономерно. Результаты из шурфа № 2, хотя и менее детальные, но показывают такую же динамику распределения фосфатов, как и в первом шурфе. Попадая в землю, фосфатные ионы опускаются в нижележащие слои до тех пор, пока не достигнут уровня, на котором залегают тяжелые металлы. Таким образом, подтверждаются наблюдения, сделанные скандинавскими археологами, о наибольшей концентрации фосфатов на границе горизонтов А и В.

Когда мы сравниваем обе методики (рис. 3), сразу бросается в глаза, что фотометрической метод в стационарных лабораторных условиях гораздо чувствительней, чем при использовании полевой экспресс-лаборатории. При наличии фосфатов он показывает концентрацию ионов почти в 2 раза больше. Это может быть связано с тем, что в стационарных лабораториях контроль за температурными и временными параметрами более надежный, чем в полевых условиях, что способствует участию большего количества фосфатов в реакции. Тем не менее, как показано на рис. 3, по данным из шурфов, результаты обоих методик по динамике очень близки друг к другу. Хотя экспресс-лаборатория представляет ме-

нее детальные данные по концентрации фосфатов, на основе картины, которую она рисует, достаточно четко можно планировать раскопки или нарисовать схему дальнейшего отбора образцов для фосфатного анализа.

Результаты фосфатного анализа, полученного с хозяйственных объектов усадьбы Михайловых, показывают большее расхождение данных, полученных разными методиками (табл. 4, рис. 4). Если по данным из шурфа № 1 мы подтвердили ожидаемую нами динамику горизонтального распределения фосфатов, когда их наибольшая концентрация фиксировалась на границе слоев А и В, то из образцов, полученных на хозяйственных объектах, самая высокая концентрация фосфатов в некоторых случаях отмечается в слое А (скотный двор). В этом случае результаты, полученные с помощью экспресс-лаборатории, показывают иную динамику, чем данные из стационарной лаборатории. Наиболее яркий пример представлен показаниями со скотного двора. По полученным на нем образцам, стационарная лаборатория показывает почти все фосфаты в горизонте А и почти никаких фосфатов в горизонтах В и С.

Обе методики анализа фосфатов, несмотря на

Таблица 2.
Строение рыхлых отложений шурфа № 2 на летнике Заречный

№ слоя	Характеристика отложений	Мощность (м)
1	Тёмно-серый гумусированный среднесуглинистый слой — дерново-почвенный горизонт Ад и А. Сухой, не уплотнён, включения в виде корней растений, новообразования отсутствуют. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая	0,06-0,15;
2	Серовато-бурый среднесуглинистый слой — подгумусовый почвенный горизонт В. Сухой, немного уплотнён, крупнокомковатой структуры, включения в виде единичных корней растений, новообразования отсутствуют. В этом шурфе в слое морфологически не выделяются подслои. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая	0,05-0,10
3	Светло-серый опесчаненный слой С1. Песок белый, крупнозернистый. Слой рыхлый, бесструктурный, новообразования и включения отсутствуют. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая.	0,06-0,16
4	Серовато-бурый среднесуглинистый слой С2. Немного уплотнён, сухой, комковато-глыбистой структуры, новообразования отсутствуют, включения в виде единичных галек. Переход в нижележащий слой явный, резкий, граница волнистая	0,08-0,20
5	Галечник средний и мелкий, хорошо окатанный, сухой — слой D	вскрытая мощность 0,02

Таблица 3.
Содержание фосфатов в образцах из шурфов № 7 и 2

Место отбора проб и номер образца	Глубина (см)	Индекс слоя	Переносная лаборатория Мерка(мг/100 г)			Лаборатория ИГУ (мг/100 г)	Разница показателей
			анализ 1	анализ 2	средний результат		
Ш.№ 1 — 1	2-3	1 ел., Ад	18	13	15,5	19,3	3,8
Ш.№ 1 — 2	6-7	1 ел., А	60	34	47	75	28
Ш.№ 1 — 3	10-11	2 ел., В1 в	51	32	41,5	68,3	26,8
Ш.№ 1 — 4	19-20	2 ел., В2 н	19,5	13	16,25	14,5	-1,75
Ш.№ 1 — 5	28-29	2 ел., В2 в	11,5	11	11,25	20,5	9,25
Ш.№ 1 — 6	37-38	2 ел., В2н	14,5	10,5	12,5	7,7	-4,8
Ш.№ 1 — 7	44-45	3 ел., С1в	7,5	7	7,25	2,0	-5,25
Ш.№ 1 — 8	52-53	3 ел., О н	10	8	9	5,8	-3,2
Ш.№ 1 — 9	59-60	4 ел, С2	7	10	8,5	0,83	-7,67
Ш.№ 2 — 1	3-4	1 ел., Ад	21,5	17	19,25	14,3	-4,95
Ш.№ 2 — 2	9-10	2 ел., В1	19	40	29,5	21,7	-7,8
Ш.№ 2 — 3	18-19	3 ел., О	6,5	11,5	9	14,2	5,2
Ш.№ 2 — 4	37-38	4 ел, С2	11	10,5	10,75	8	-2,75

парадоксальные расхождения по некоторым объектам, демонстрируют высокую концентрацию фосфатов в местах проживания и хозяйственной деятельности людей. С помощью любой из них может определить места человеческой активности.

Нам трудно авторитетно объяснить расхождение в результатах, полученных разными методами. Вполне возможно, что данные из лаборатории ИГУ имеют погрешность из-за того, что на хозяйственных объектах мы отбирали образцы с

Таблица 4.

Содержание фосфатов в образцах из хозяйственных объектов усадьбы

Номер пробы (рис. 2)	Место отбора проб и номер образца	Глубина (см)	Индекс слоя	Переносная лаборатория Мерка (мг/100г)			Лаборатория ИГУ (мг/100г)	Разница показателей
				анализ 1	анализ 2	средний результат		
1*	Ш.№ 1 — 2	6-7	1 сл., А	60	34	47	75	28
1*	Ш.№ 1 — 3	10-11	2 сл., В1 в	51	32	41,5	68,3	26,8
2*	Ш.№ 2 — 1	3-4	1 сл., Ад	21,5	17	19,25	14,3	-4,95
2*	Ш.№ 2 — 2	9-10	2сл., В1	19	40	29,5	21,7	-7,8
3	Жилой двор-1	8-10	А	9,5	15	12,25	11,6	-0,65
3	Жилой двор — 2	13-15	В	17	24	20,5	19,9	-0,6
4	Юрта -1	6-8	А	4	24	14	18,7	4,7
4	Юрта — 2	11-14	В	11	13,5	12,25	63,4	51,15
4	Юрта — 3	17-19	С	5,5	5,5	5,5	4,72	-0,78
6	Перед коровником-1	7-10	А	29,5	18,5	24	12	-12
6	Перед коровником-2	13-16	В	19	20	19,5	61,9	42,4
7	Скотный двор-1	6-8	А	10,5	28	19,25	58,2	38,95
7	Скотный двор -2	12-15	В	25,5	20,5	23	1,77	-21,23
7	Скотный двор -3	17-20	С	20 •	36,5	28,25	1,44	-26,81

Обозначенные образцы дублируют данные из шурфов № 1 и 2.

помощью слишком тонкого ручного бура. Длина одного образца, взятого с помощью бура, в среднем составляла 2 см, но иногда доходила и до 4 см. В связи с этим можно предположить, что при выполнении анализов смешалась почва из разных слоев. Поэтому часть результатов, представленных по данным из стационарной лаборатории, как материалы из слоя А, на самом деле могут происходить из нижележащего слоя. Для переносной лаборатории Мерка наоборот необходимо совсем немного почвы, поэтому она более точно фиксирует слой, из которого отбирался образец.

Обе методики анализа показывают высокую концентрацию фосфатов в местах проживания и хозяйственной деятельности людей. Деятельность человека подтверждается как в юрте, так и на территории, примыкающей к ней (проба 4 — юрта, проба 2 — вход в юрту). На всех хозяй-

ственных объектах фиксируются следы человеческой деятельности (пробы 3, 5, 6). Уместно отметить, что данные по концентрации фосфатов в местах нахождения скота, полученные в лаборатории ИГУ, иногда в два или три раза выше по сравнению с мини-лабораторий. Разница между двумя методами по домашнему пространству не столь значительная. Этот факт может быть связан с тем, что с помощью лабораторного метода измеряется большее количество растворимых «свободных» фосфатов. В случаях с пробами 4 и 5 надо учитывать, что место, где они взяты, было долго закрыто крышей, предохранявшей почву от погодных воздействий и возможности переработки фосфатов растениями. Не совсем понятной остается высокая концентрация фосфатов в районе шурфа № 1, который располагался за пределами усадьбы. Скорее все-

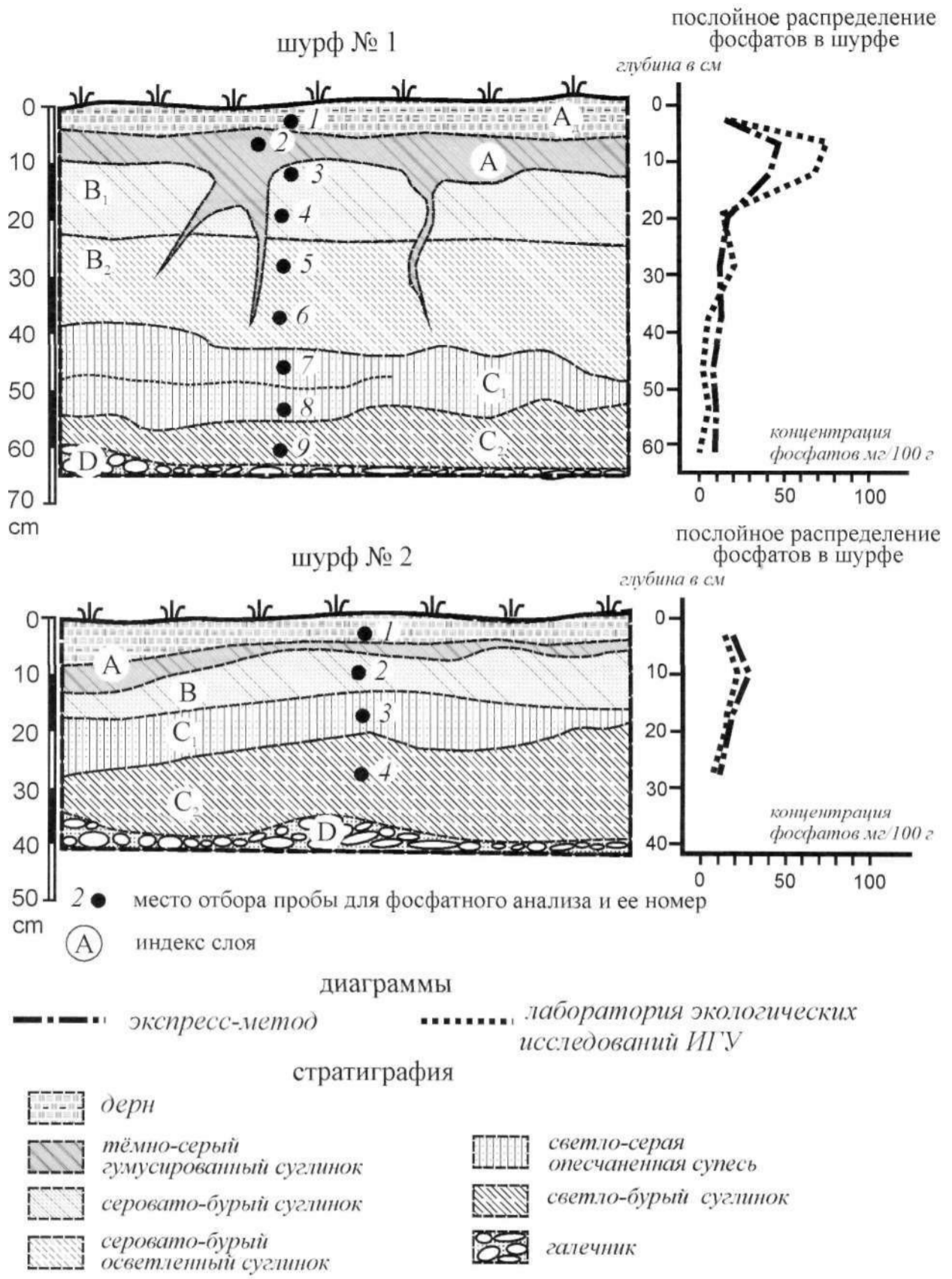


Рис. 3. Летник Заречный, усадьба Михайловых. Шурфы № 1 и 2

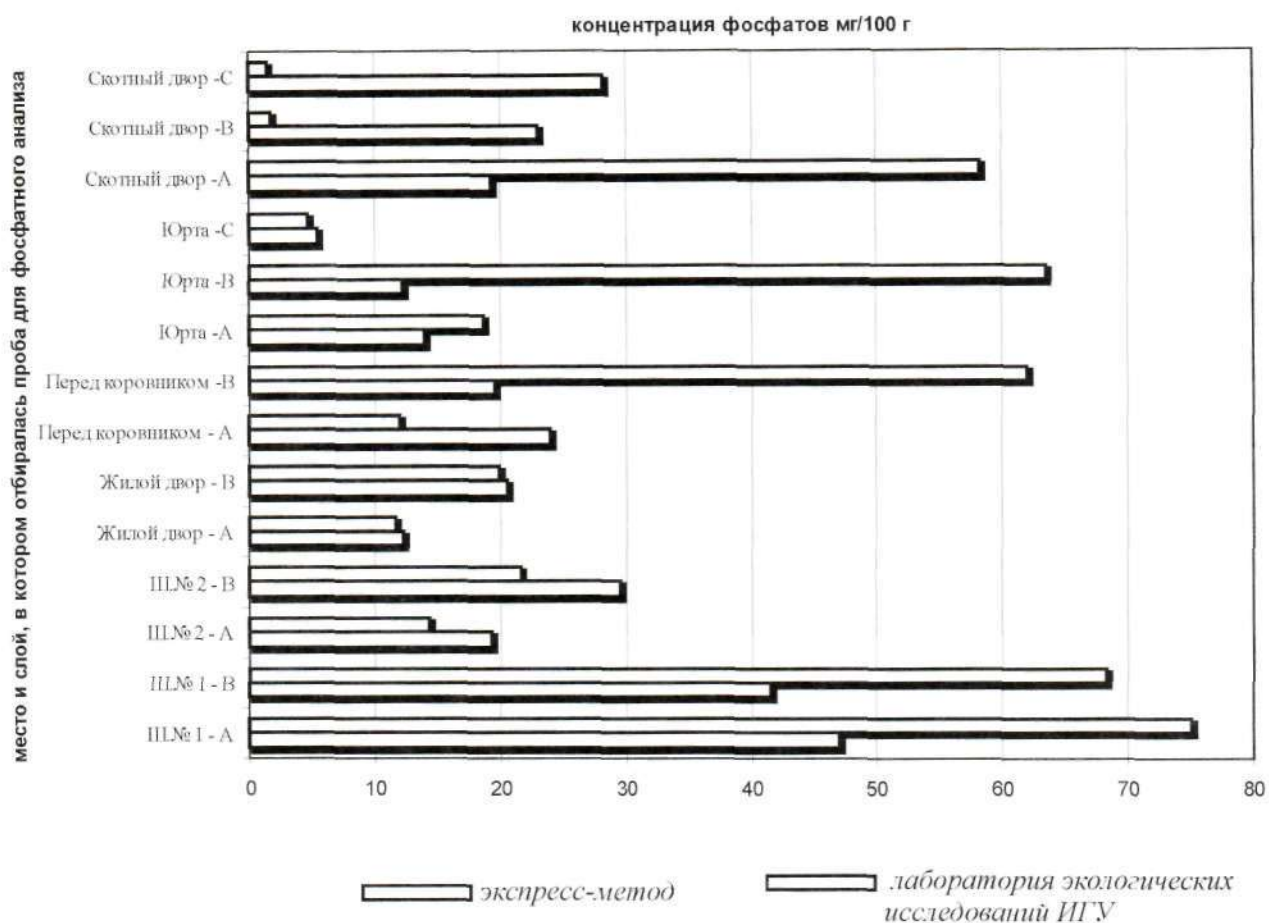


Рис. 4 Распределение фосфатов на хозяйственных объектах усадьбы Михайловых

го, полученные по нему данные свидетельствуют о том, что в то место, где заложен шурф, выбрасывали мусор и навоз из коровника и скотного двора.

По существующим методикам для более детального изучения объекта хозяйственной деятельности, в том числе и бурятской усадьбы, его территорию необходимо разбить на квадраты и брать образцы для фосфатного анализа в каждом из них. Чем подробнее нужна информация о зонах хозяйственной деятельности внутри этих территорий, тем меньше должна быть площадь квадрата. На территории скотного двора (площадь около 1150 кв. м) желательно было бы брать пробы через два метра (288 проб), а с территории юрты через метр или 50 см (около 300 проб). При таком объеме образцов переносная лаборатория является более эффективным и дешевым способом для получения предварительной информации об исследуемом объекте.

Выводы

Фосфатный анализ, предпринятый на одной из усадеб бурят-скотоводов летника Заречный, дал интересные результаты, которые в дальнейшем вполне могут быть использованы для работ на археологических и этнографических объектах. При анализе структуры поселения учитывалась неравномерность распределения по его территории фосфатов — как индикатора деятельности живых существ. Данные фосфатного анализа полностью подтвердили взаимосвязь фосфатов с жизнедеятельностью живых существ. Самые высокие показатели содержания фосфатов на территории усадьбы были получены перед коровником и в юрте. Меньшая их концентрация зафиксирована на скотном дворе и в жилом дворе, где, вероятно, собирали навоз и мусор и затем выбрасывали за пределы усадьбы. И еще более низкая — на жилом дворе и к югу от юрты. Распределение фосфатов по территории усадьбы показало,

что для скотоводческих поселений их наибольшее количество фиксируется в местах содержания животных, а затем уже не территории активной жизнедеятельности человека.

Проведенные нами работы подтвердили общность в методике отбора образцов для фосфатного анализа, как на территории Скандинавии, так и на территории Сибири. Наибольшая концентрация фосфатов, свидетельствующих о хозяйственной деятельности человека, наблюдается на границе горизонтов А и Б. Недорогостоящие переносные лаборатории дают перспективные площади для отбора образцов для их дальнейшего исследования в стационарных городских лабораториях. Выяснилось, что способ отбора образцов имеет большое значение для получения конечного результата. Поэтому следует особое внимание уделять соответствию взятых образцов определенному слою земли. Кроме этого, важно обращать внимание на процедуру первичной обработки почвы в лабораторных условиях, поскольку концентрация раствора, его вид и выдержка образцов в кислоте «освобождает» неорганические фосфаты, которые также могут быть интересно археологам.

Проведенные исследования подтверждают большое значение фосфатного анализа в определении структуры животноводческих поселений. Но его использование, как основного показателя для определения границ поселения, для выделения специальных областей деятельности человека внутри поселения или для установления степени населенности, интенсивности и продолжительности проживания людей на какой-либо территории, требует дальнейшего изучения. Зачастую повышенное содержание фосфатов в земле связано не с деятельностью людей, а с концентрацией животных.

Благодарности

Авторы статьи очень признательны за помощь в подготовке образцов и их обработке Е.М. Инешину и Л.К. Полоцкой Копка шурфов в Заречном и отбор образцов из них осуществлялись Е.М. Инешиним. Помощь в проведении экспресс-анализа образцов оказала Л.К. Полоцкая. Мы благодарны Марии Нахшиной из Абердинского Университета за перевод введения статьи на русский язык. Мы также благодарны Шел Перссону из

университета г. Стокгольма — изобретателю переносной лаборатории Мерка, который отвечал на все наши вопросы и помог понять разницу между его метод и стандартным лабораторным протоколом при измерении фосфатов в воде.

Литература

Аглас озера Байкал. Составлен гидрографической экспедицией под начальством полковника Дриженко. — СПб., 1903.

Балдаев С.П. Родовые предания и легенды бурят. — Улан-Удэ, 1970. — 4.1; Булагаты и Эхириты. — 363 с.

Веллесте Л. Анализ фосфатных соединений почвы для установления мест древних поселений // Краткие сообщения Института истории материальной культуры АН СССР. — 1952. — № 42. — С. 135-140.

Гольева А.А. Валовый фосфор как индикатор хозяйственной деятельности древних и средневековых обществ // Роль естественно-научных методов в археологических исследованиях: Сб. науч. Тр. / отв. Ред. Ю.Ф. Кирюшин, А.А. Тишкин. — Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2009. — С.56-59.

Детюк А.Н.; Тараненко Н.П. Анализ почв на содержание фосфатов как метод определения мест расположения древних поселений. Способы извлечения фосфора из почв и методы его анализа // Естественно-научные методы в полевой археологии. — М., 1997. — Вып. 1. — С. 43-53.

Микляев А.М., Герасимова Н.Г. Опыт применения фосфатного анализа при разведке древних поселений на территории Псковской области *ИСК*. — 1968. — № 3. — С.251-255.

Патканов С. Статистические данные, показывающие племенной состав населения Сибири, язык и роды инородцев: (на основе специальной разработки материала переписи 1897 г.). — СПб., 1912. — Т.3: Иркутская губ., Забайкальская, Амурская, Якутская, Приморская обл. и о.Сахалин. — 696 с.

Почвы Иркутской области, их использование и мелиорация. / гл.ред. В.А.Кузьмин. — Иркутск: Изд-во Ин. географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, 1979. — 136 с.

Семенов П.П., Черский Н.Д., Петц Г.Г. Землеведение Азии. Восточная Сибирь: озеро Байкал и Прибайкальские страны, Забайкалье и степь Гоби. Новейшие сведения об этих странах (1832-1894 г.). — СПб., 1895. — Т.6, 4.2. — 629 с.

Фомин Г.Ф., Фомин А.Д. Почвы. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам: Справочник. — М.: Госстандарт, 2001. — 300 с.

Шпейзер Г.М., Л.А. Минеева. Руководство по химическому анализу вод: Метод, пособие. — Иркутск: Иркут. гос. ун-та, 2006 — 55 с.

Штобе Г.Г. Применение методов почвенных исследований в археологии//СА.— 1959.— №4. — С. 135-139.

Arrhenius O. Fosfathalten i Skanska Jorda // Sveriges Geologiska Undersokning. — 1934. — № 28. — P. 1-30.

Carpelan C, Lavento M. Soil phosphorus survey at subrecent Saami winter village sites near Inari, Finnish Lapland // A preliminary account Proceeding from the 6th Nordic conference on the application of scientific method in archaeology. — Esbjerg: Esbjerg museum, 1996. — P.97-107.

Holliday V. T., Gartner W. G. Methods of Soil P Analysis in Archaeology // Journal of Archaeological Science 34. — 2007.— № 2. — P. 301-333.

Holliday V. T., Hoffecker J. E, Goldberg P., Macphail R. I., Forman S. L., Anikovich M., and Sinitsyn A. Geoarchaeology of the Kostenki-Borshchevo Sites, Don River Valley, Russia // Geoarchaeology 22. — 2007.— № 2. — P.181-228.

International Standards Organisation. ISO 11263: 1994 The Spectrometric Determination of Phosphorus Soluble in Sodium Hydrogen Carbonate Solution. www.iso.org

Karlsson N. Soil Studies and Historical Archaeology: A Discussion on Forest Saami Settlements // Current Swedish Archaeology. — 2004. — № 12. — P.105-120.

Linderholm J. Soil Chemical Surveying: a Path to a Deeper Understanding of Prehistoric Sites and Societies in Sweden // Geoarchaeology. 22. — 2007. — № 4. — P.417-438.

Macphail R. I., Engelmark R., Cruise G. and Linderholm J. Integrating soil micromorphology and rapid chemical survey methods: New developments in reconstructing past rural settlement and landscape organisation, in Interpreting stratigraphy: Site evaluation, recording procedures and stratigraphic analysis, ed. Rochams, S., 2000. — Oxford:

Archaeopress.

Mattingly G.E.G., Williams R.J.B. A note on the chemical analysis of a soil buried since Roman times // Journal of Soil Science. — 1962. — № 13. — P.253-258.

Parnell J.J., Terry R.E. and Golden C Using in-Field Phosphate Testing to Rapidly Identify Middens at Piedras Negras, Guatemala // Geoarchaeology. 16. — 2001. — № 8. — P.855-873.

Persson K.B. Soil phosphate analysis: a new technique for measurement in the field using a test strip // Archaeometry 39, 2 (1997), 441-443.

Solecki R.S. Notes on soil analysis and archaeology // American Antiquity. — 1951. — № 16.— P.254-256.

Terry R.E., Hardin P.J., Houston S.D., Nelson S.D., Jackson M.W., Carr J., and Parnell J.J. Quantitative phosphorus measurement: A field test procedure for archaeological site analysis at Piedras Negras, Guatemala. 2000. — Geoarchaeology 15. — P. 151-166.

Summary

The study of soil phosphates has been increasingly used in archaeology to document the history and structure of human settlements. This article adapts a portable phosphate test designed in Sweden by K.B. Persson (1997) to Russian conditions in the podzols along the taiga of the Western shore of Lake Baikal. The article also compares these results to a standard photometric test used in Russian laboratories to measure available phosphates. The level of phosphates are measured at different horizons of sub-soil in an abandoned but documented Buriat cattle farm site. Spot tests were also taken with a hand auger from within and without the remains of each of the physical structures at the site. The results demonstrate that the portable test in most cases show a similar pattern to the laboratory tests and are a reliable indicator of human activity or the presence of domestic animals. Our team concludes that a great deal of care has to be taken with the sampling strategy since in these thin soils it is very easy to mix different horizons. The team also concluded that taking a large number of samples within a grid pattern would also guard against sampling errors.