

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАЛЕОКЛИМАТА ГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА КОМПЛЕКСНОГО ГРУППОВОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

© 2010 г. М. И. Скрипникова¹, О. Н. Успенская²

¹*Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7*

²*Всероссийский институт овощеводства Россельхозакадемии, 140153,
Московская обл., Раменский р-н, д. Верея, стр.500*

Рассмотрены методологические вопросы реконструкции изменений климата в различные периоды голоцена методом комплексного группового биологического анализа торфяно-сапропелевых отложений. Возможности метода демонстрируются путем реконструкции климата Карпатской и Алтайской горных систем. Для Сколевских Бескид Карпат палеоклиматические сценарии составлялись с целью уточнения климатических обстановок в периоды массового террасирования горных склонов. Для Западного Алтая построен климатический палеосценарий с целью прогноза сохранности курганов бронзового времени с вечной мерзлотой внутри конструкции.

Ключевые слова: палеоклимат, эволюция климата, биологическое разнообразие, террасовые системы.

ВВЕДЕНИЕ

Помимо академического аспекта изучения климата голоцена, работы последних десятилетий на стыке нескольких научных направлений четко обозначили практическую значимость восстановления природных обстановок прошлого. Типы систем земледелия, характеры природопользования, зачастую гораздо более рациональные, чем в настоящее время, напрямую зависели от климата времени их формирования. Методически верный шаг современного воссоздания древних приемов землепользования (террасирование), может оказаться нерентабельным в случае прямого воспроизведения в современных условиях без учета разницы климатических обстановок двух периодов.

Высокий уровень интеграции в современной науке предопределил применение междисциплинарного комплексного подхода к

решению актуальных задач истории. Представления о климате прошлого чрезвычайно важны для воссоздания основных этапов общеисторического процесса в горных регионах. Хозяйственный уклад различных культурно-исторических общностей, кочевой или оседлый образ жизни, степень владения земледельческими навыками в немалой степени определялись конкретными климатическими обстановками прошлого.

Реконструкция палеоклиматов также имеет большую теоретическую и практическую значимость для получения объективной оценки характера современного климата и тенденций его изменения. На основании такой оценки и при привлечении палеоботанических данных на нарушенных территориях возможно восстановление саморегулирующихся фитоценозов из утраченных видов (Skripnikova, Uspenskaya, 2006).

ПОСТРОЕНИЕ ПАЛЕОСЦЕНАРИЕВ: МЕТОДИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Развернутую ретроспективу смены палеоклимата получают, анализируя состав биоты последовательно накапливающихся слоев торфа в болотах или донных осадков в озерах и других водоемах. В основу метода положена зависимость состава растений и животных водной экосистемы от характера климатических условий. Биологический состав сильно варьирует при изменении температурно-влажностного режима, степени проточности и трофности водоема, характера антропогенного использования примыкающих к нему земель и т.д. Радиоуглеродное датирование слоев отложений, сформированных под влиянием одного климатического цикла, позволяет выявить продолжительность этого цикла, а также время его начала и окончания. В зависимости от конкретной задачи реконструироваться может любой по протяженности период от 25 до 500–1000 и более лет.

Почему отдается предпочтение комплексному биоанализу отложений водоемов?

Область интерпретации результатов палеоклиматических ретроспекций при использовании спорово-пыльцевого метода ограничивается рядом допущений. Анализ списков видов, составленных по результатам изучения спорово-пыльцевых спектров, например, торфяных толщ болот, весьма удаленных в площадном и

временном ракурсе, часто показывает доминантность одних и тех же травянистых и древесных видов. Это связано со способностью отдельных видов деревьев и травянистых растений произрастать в широком климатическом ареале и продуцировать огромное количество легколетучей пыльцы. Климатические параметры, принимаемые за характерные для произрастания этих доминирующих видов, автоматически приписываются реконструируемому периоду. Это весьма огрубляет климатические характеристики отдельных периодов и дает неверную картину расположения природных зон в прошлом.

Кроме того, при смене климата или его флуктуации наблюдается эффект значительного запаздывания в смене основных палинологических доминантов, т.е. климатические подвижки осуществились, а обильно продуцирующие пыльцу виды продолжают «пылить» и неверно маркировать образцы, отбираемые на радиоуглеродный анализ.

В отличие от анализа палеоклимата по почвам, где возможно грубо реконструировать климат дискретных периодов в 1000 и более лет, на протяжении которых формировались и функционировали палеопочвы, анализ палеоклимата по отложениям водоемов дает последовательную смену климатических условий любой степени детальности за весь период существования водной экосистемы (Скрипникова, Успенская, 2003). Для анализа палеоклимата по возможности подбираются объекты с мощными (более 1 м) отложениями. Идеальными объектами для голоценовых палеореконструкций являются водоемы, начавшие свою жизнь в бореальном периоде и функционирующие до сегодняшнего времени.

В ряде случаев, палеореконструкции климата по анализу биоты торфяных толщ, к сожалению, также оказываются весьма грубыми, поскольку одни и те же болотные ассоциации высших и низших растений соответствуют разным климатическим условиям. Например, ассоциации ряда видов осок и сфагнома могут развиваться как на тундровых болотах с вечной мерзлотой, так и на верховых немерзлотных болотах лесотундрового и таежного поясов. Таким образом, фациальные условия одной климатической зоны, отличающиеся тепловым режимом (сезонная мерзлота, длительно сезонно-мерзлотные условия, вечная мерзлота), не фиксируются в видовом составе болотной растительности. Поскольку

причины возникновения и длительность мерзлотных условий являются важной информацией для расшифровки погребальных рядов многих культур, то палеорекострукции климата надежнее всего строить, анализируя толщи донных отложений озер и других водоемов с донными осадками значительной мощности, расположенных вблизи археологических памятников.

Наиболее чутким индикатором смены климатических условий является совокупность организмов, ежегодно отлагающихся на дно водоемов. Для построения максимально дробной палеоклиматической колонки наиболее результативным является метод восстановления климатической обстановки по набору экологических групп водных организмов, погребенных в донных отложениях, в том числе, в сапропеле.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОГО ГРУППОВОГО БИОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Для установления изменений климата на протяжении существования выбранных объектов исследования мы использовали методику комплексного группового биологического анализа (далее биоанализа) Н.В. Кордэ (1960) в модификации О.Н. Успенской (1986). Она заключается в подсчете в единой количественной шкале микроостатков всех встречающихся в торфяно-сапропелевых отложениях групп растительных и животных организмов: водорослей всех отделов, беспозвоночных животных, вегетативных частей высших растений, пыльцы и спор высших растений. Определение остатков ведется под микроскопом при увеличении 300 раз до максимально возможной степени детальности: от отдела до вида и разновидности.

Понятие «группа» не систематическое, а экологическое. Группой может быть любое систематическое подразделение организмов: отдел, класс, порядок, род, вид. В основе их деления на экологические группы лежит тот факт, что в процессе эволюции у всех или большинства представителей каждой из них выработались некоторые одинаковые требования к определенным условиям внешней среды.

Например, разные роды, виды и разновидности диатомовых водорослей имеют широкий спектр требований к окружающей среде. Среди них есть планктонные и донные, теплолюбивые и

холодноводные, ацидофилы и алкалофилы, галофобы и галофилы, олигосапробы и мезосапробы и т.д. В то же время отдел (группа) диатомей характерен для достаточно крупных, проточных, хорошо аэрируемых, умеренно холодных или теплых водоемов средней или высокой минерализации, с хорошо выраженным процессом нитрификации, с достаточным количеством силикатов, фосфатов и других элементов-биогенов в воде. Поэтому массовое присутствие диатомей в донных осадках должно отвечать, как правило, периодам усиления обводненности водоема, когда он обеспечивается постоянным подтоком биогенных элементов, лучше аэрируется, становится чище благодаря усиливающемуся процессу разложения органического вещества.

Уменьшение численности остатков одних групп организмов, возрастание обилия других, более продуктивных в изменившихся условиях среды, хорошо фиксируются в ежегодно отлагаемых осадках на дне водоемов. По изменению процентного соотношения обилия различных групп организмов можно дать заключение как о характере климата, так и о направлении (или тенденции) его смены.

Метод группового биоанализа позволяет точно уловить даже незначительные изменения окружающей среды. Чтобы изменился весь видовой состав населения водоема, требуются радикальные изменения внешних условий. А для увеличения в озере, например, продукция синезеленых водорослей, нужно только небольшое повышение летней температуры или небольшое снижение уровня водоема, что создает условия для лучшего прогревания толщи воды. Даже при небольших климатических и гидрологических изменениях в водоемах происходит смещение во времени годовых циклов развития представителей групп организмов, находящихся наиболее благоприятные условия для размножения в различные сезоны года, что немедленно находит отражение в составе захороняемых остатков. Если эти изменения, приобретаю из года в год устойчивый, повторяющийся характер и постепенно усиливаются, то в отложениях происходит смена руководящей группы, что означает смену типа водоема в прошлом.

Таким образом, проведя количественный подсчет обилия групп организмов разной экологии в послонных пробах донных отложений, можно установить изменение величины и характера обвод-

ненности, температурных условий, трофности, сапробности, степени зарастания высшими растениями и т.д. на протяжении истории существования водоема (Кордэ, 1960; Успенская, 1986; Usrenskaya, 2003). Интерпретация результатов осуществляется в первую очередь по данным группового биоанализа, видовой анализ дополняет данные группового.

Метод группового комплексного биоанализа имеет ряд преимуществ перед другими методами биологического (экологического) анализа пресноводных голоценовых отложений, такими как видовой анализ отдельных таксонов водорослей и животных (диатомовые, харовые водоросли, ракушковые, ветвистоусые рачки, моллюски, насекомые), спорово-пыльцевой, карпологический анализы, анализ макроостатков высших растений и др. Преимущества состоят в следующем (Успенская, 1986):

- групповой биоанализ имеет дело с организмами, тесно связанными обменом веществ с окружающей водной средой, поэтому они немедленно реагируют на любые, даже слабые изменения этой среды;

- если вся толща отложений водоема или отдельные ее слои бывают полностью лишены остатков организмов того или иного таксона, то практически не бывает осадков вообще без биоостатков;

- отсутствует необходимость специальной подготовки пробы – осадки анализируются в естественном состоянии;

- для анализа требуется малое количество материала – 1 см³ отложений естественной влажности.

МЕТОДЫ ОТБОРА ПРОБ

Отбор проб ведется болотным буром Геллера. Образцы из торфяной или сапропелевой толщ отбираются сплошным шурфом, последовательно, согласно их залеганию и морфологии. Дробность деления керна на части (от 2,5 до 50 см) зависит от целей исследования, мощности торфяной или сапропелевой толщи и от видимой невооруженным глазом слоистости отложений.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Палеореконструкции климата юго-западного Алтая. Территория исследований располагается в трансграничной области между

республикой Алтай и Казахстаном. Россия и Казахстан граничат в этом месте заповедными территориями: Катунским государственным биосферным заповедником и Катон-Карагайским национальным парком. В первую очередь работы по реконструкции климата проводились с целью составления базы данных современных и исторических климатических колебаний. Реконструкция колебаний климата голоцена была сделана на основании анализа образцов из скважин трех водоемов, располагающихся на трансграничной территории, что дало возможность составить сценарий климатических изменений на период 9 тыс. лет назад – наши дни. Одновременно характеристики палеоклимата этого периода позволяют лучше понять особенности систем жизнеобеспечения, традиций, причин и путей миграции племен на данной территории. Территория Берельской межгорной равнины является сакральным пространством и местом массового погребения представителей нескольких культурно-исторических общностей (Самашев, 1999).

От периода господства сакской культурно-исторической общности сохранилось много курганов, внутри погребений которых обнаруживается мерзлота, время строительства V–III вв. до н.э. Есть опасность деградации подкурганной мерзлоты и потери памятников в период прогнозируемого на ближайшие десятилетия потепления (Галахов, Мухаметов, 1999). Сохранность нераскопанных археологических памятников в ближайшие столетия предлагается прогнозировать на основании исследования их устойчивости к различным климатическим колебаниям в прошлом (сохранность мерзлоты при наступлении циклов потепления климата в прошлом).

Групповой биоанализ сапропеля и торфа из трех скважин, пробуренных в водоемах верховий Катунь, выявил 4 синхронных этапа состояния водоемов, которые свидетельствуют о четырехкратной смене палеоклимата в голоцене на территории горных районов Западного Алтая (табл. 1). Эти этапы на разных объектах имеют неодинаковые палеоботанические характеристики, но однозначно фиксируют однонаправленные изменения климата в одни и те же временные промежутки.

Этап I, влажный и весьма прохладный, можно отнести к концу пребореального (переславское похолодание по делению Н.А. Хотинского (1977)) или к самому началу бореального перио-

да. Оз. Налимье (N 49°36'28'', E 86°19'07'', H = 2325 м над ур. моря) уже существовало в это время. Дешифровка климата этого этапа была проведена по пробе сапропеля с глубины 3,2 м, радиоуглеродный возраст пробы 9270±200 лет (ГИН № 12836¹).

Этап II, влажный и теплый, относится к атлантическому периоду голоцена. По толщам отложений этого этапа получены следующие датировки: болото у р. В. Кураган – 4950±90 лет (ГИН №12933), оз. Налимье – 5580±100 лет (ГИН № 13527), болото Щучье, окружающее озеро Налимье, – 7140±100 (ГИН № 12935).

Этап III, сухой и умеренно прохладный, относится к суббореальному времени. Радиоуглеродные даты по этому этапу по отложениям болота у р. В. Кураган (в 300 м от места впадения В. Курагана в Катунь): 4460±70 лет (ГИН № 12932), 2890±40 лет (ГИН № 12931).

Этап IV, влажный и прохладный, радиоуглеродные даты по образцам моложе 2500 лет, относится к субатлантическому периоду голоцена.

Наши выводы и датировки в целом совпадают с климатическим делением голоцена Европы Н.А. Хотинского² (1977), но есть некоторые разногласия с климатическими характеристиками атлантики и суббореала для горной части южной Сибири. Климатический оптимум голоцена для территории Западного Алтая по нашим данным приходится на атлантический период (≈5000–7000 лет), а согласно схеме Н.А. Хотинского – на бореальный период (8500 лет). Согласно данным комплексного биоанализа ксеротерм суббореального периода не вызывает сомнений.

В болоте Щучье в конце второго этапа существования мелкого озера (II этап), превращающегося в дистрофный водоем (сфагновое болото), обнаружено аномально большое для изученных водоемов присутствие диатомовой водоросли *Tetracyclus lacustris* – 38–40% от суммы всех диатомовых водорослей.

¹ Номер присваивается образцу в лаборатории радиоизотопного анализа Геологического института РАН (Москва).

² Датировки климатических периодов голоцена для Европы по Н.А. Хотинскому: PB 10500–9100 лет, B 9100–8000 лет, AT 8000–4500 лет, SB 4500–2500 лет, SA – 2500-0 лет.

Это североальпийский холодолюбивый стенотермный вид, характерный для северных и альпийских озер. Этот факт можно рассматривать как результат резкого, относительно кратковременного похолодания, отмеченного рядом исследователей в Европе, на Урале и в Сибири приблизительно 4500 лет назад (Кордэ, 1960; Кац, 1941, Тюремнов, 1956).

Также возрастание численности диатомовой водоросли *Tetracyclus lacustris* (2–7%) отмечено на границе суббореального и субатлантического слоев. Слой не был продатирован, но, сообразуясь с общей стратиграфией торфяной колонки болота Щучьего, можно предполагать, что он сформировался в период 2500–2300 лет назад.

В толщах отложений некоторых водоемов имеются слои, образовавшиеся в моменты кратковременных колебаний климата в сторону, противоположную основному направлению. В центре «сухой» тростниковой суббореальной торфяной прослойки в отложениях оз. Налимьем (III этап) залегает более «влажный» осоково-сфагновый торф с содержанием диатомовых водорослей 1,1% и золотистых 3,3% от суммы всех остатков.

В болоте Щучье обнаружено два таких слоя. В середине влажного и теплого атлантического периода (II этап) перед вышеупомянутым кратковременным похолоданием 4500 лет назад выявлен кратковременный промежуток, когда озеро значительно снизило свой уровень и практически высохло, превратившись в болото.

В болоте Щучьем в пределах толщи сфагнового субатлантического мочажинного торфа (IV этап) обнаружен слой торфа мощностью 10 см, образовавшийся в период кратковременного «усушения» климата: полностью исчезли диатомеи, характерные для всех других слоев этой толщи (возраст по нижней части слоя 100±30 лет (Ki-13620)¹). К настоящему времени, которое считается влажным и теплым (Байлагасов, 2003) и в связи с этим опасным для археологических памятников с мерзлотой, озеро не вернулось в свои прежние рамки.

Таким образом, метод комплексного биоанализа, проведенный на примере отложений трех разновозрастных водоемов в верховьях

¹ Номер присваивается образцу в Киевской радиоуглеродной лаборатории.

Таблица 1. Этапы изменения климата (природных ландшафтов) в верховьях Катуня в голоцене*

Водоем	Этап I	Этап II	Этап III	Этап IV
	влажно и прохладно (холодно)	влажно и тепло (климатический оптимум)	сухо, умеренно прохладно (ксеротерм)	влажно, прохладно
Болото у р. В. Кураган	–	<i>Очень мелкое озеро.</i> Осадки – органико-минеральный сапропель. Преобладают остатки высших растений (главным образом <i>Drepanocladus</i> , <i>Carex</i>). Присутствуют диатомовые (до 13% от суммы всех биоостатков), золотистые, харовые, синезеленые, десмидиевые водоросли, ветвистоусые рачки	<i>Болото.</i> Торф, сначала гипновый низинный, затем осоково-сфагновый низинный, водоросли полностью отсутствуют	<i>Болото «мокрое».</i> Осоковый низинный торф с содержанием диатомовых водорослей болотных видов родов <i>Pinnularia</i> и <i>Eunotia</i> до 30% от суммы всех биоостатков. Присутствуют синезеленые водоросли, ветвистоусые рачки, простейшие
Болото Щучье, окружающее оз. Налимье	–	<i>Мелкое слабопроточное озеро, составляющее единое целое с оз. Налимье на данном этапе.</i> Осадки – органический (цианофитный) сапропель. Преобладают остатки синезеленых водорослей и высших растений. Присутствуют диатомеи (до 24% от суммы всех	<i>Болото.</i> Торф осоково-сфагновый, верховой. Водоросли практически отсутствуют	<i>Болото «мокрое».</i> Торф сфагновый мочажинный верховой с содержанием диатомовых водорослей болотных видов родов <i>Pinnularia</i> и <i>Eunotia</i> до 30% от суммы всех биоостатков

Окончание таблицы

Водоем	Этап I	Этап II	Этап III	Этап IV
	влажно и прохладно (холодно)	влажно и тепло (климатический оптимум)	сухо, умеренно прохладно (ксеротерм)	влажно, прохладно
Болото Щучье, окружающее оз. Налимье	–	биоостатков), имеются хлорококковые водоросли, губки, ветвистоусые рачки, простейшие		
Озеро Налимье	<i>Неглубокое слабопроточное озеро.</i> Осадки – органико-минеральный сапропель. Преобладают остатки диатомовых водорослей и высших растений; присутствуют десмидиевые, золотистые водоросли, губки и ветвистоусые рачки. Полностью отсутствуют синезеленые водоросли	<i>Мелкое слабопроточное озеро, составляющее единое целое с болотом Щучье на данном этапе.</i> Осадки – органический (цианофитный) сапропель. Преобладают остатки синезеленых водорослей и высших растений. Присутствуют диатомеи (до 12% от суммы всех биоостатков), имеются хлорококковые, золотистые водоросли, губки, ветвистоусые рачки	<i>Болото</i> Торф тростниковый, низинный Водоросли практически отсутствуют	<i>Очень мелкий водоем.</i> Осадки – торфянистый сапропель. Преобладают остатки высших растений. (<i>Phragmites</i> , <i>Carex</i> , сфагновые мхи). Присутствуют заметные количества «озерной» диатомовой флоры (до 12%), золотистые водоросли (до 12% от суммы всех биоостатков). Имеются синезеленые, десмидиевые водоросли, ветвистоусые рачки

*В рамках данной статьи нет возможности рассмотреть списки групп и видов организмов, различающихся по требованиям к экологическим условиям жизни, поэтому приводим соотношение основных групп в виде табличного материала.

ях р. Катунь, дает нам возможность составить подробную региональную картину последовательных смен палеоклиматов.

Анализ палеоклиматов по организмам торфяно-сапропелевых отложений, расположенных в непосредственной близости водоемов (горизонтальный анализ согласно терминологии Н.А. Хотинского (1977)), подкрепленный радиоуглеродными датировками, является наиболее репрезентативным в геохронологии, что дает нам право интерполировать полученные данные на всю горную территорию Западного Алтая.

На основании данной крупноблочной климатической реконструкции можно предполагать следующую последовательность событий в жизни обитающих на этой территории сакских племен. Период похолодания в конце суббореала спровоцировал строительство курганных сооружений в долинах с небольшими абсолютными высотами (Берельская – 1250 м над ур. моря), поскольку даже на этих высотах наблюдалась грунтовая мерзлота, необходимая этносу для выполнения ритуальных обрядов. Именно ею инициирована мумификация в нарушенных (ограбленных) погребениях. В ряде ненарушенных подкурганных могил из-за постоянного холода трупы ритуальных животных сохранились не разложившимися (съедобными для собак) до момента раскопок (Самашев и др., 1999). Вывод о формировании почв мерзлотного генезиса под влиянием погодных условий, а не под влиянием высоких курганных каменных кладок с охлаждающим эффектом, подтверждается фактом присутствия мерзлотной морфологии в почвах, погребенных под курганами с более низкими кладками (в том числе и под насыпями менее 50 см). В глубоких слоях породы фоновых почв также наблюдается мерзлотная морфология. Теория о формировании длительно мерзлотных горизонтов под влиянием высоких (до 10 м) каменных курганных кладок, с нашей точки зрения, не убедительна. Каменные кладки защищают мерзлотные слои, но никак не формируют их. Современный этап потепления не страшен могильной вечной мерзлоте. При реконструкции по болотно-сапропелевым толщам климата всего периода существования памятников (от V–III вв. до н.э. и до наших дней) выявлено два ксеротермических отрезка, когда озера, подсыхая, превращались в болота, а болота практически полностью высыхали. При этом подкурганная мерзлота в захоронениях не растаяла. Прогноз

сохранности курганов для будущих археологических исследований, таким образом, положительный. Строители курганов не могли знать, что возводимые ими погребальные сооружения будут в течении тысячелетий сохранять мерзлоту и тем самым полностью соответствовать своему ритуальному предназначению. Из-за наступившего в начале субатлантического периода потепления они были вынуждены переместить зону захоронений в высокогорную тундровую зону плато Укок и на юг Чуйской высокогорной степи (курганы на могильнике Уландрык построены в период 2300–2170 лет назад, курганы на могильнике Юстыд – 2200–1980 лет назад (Марсадолов, Зайцева, 1999). В этот период достаточно активно обживаются горы у оснований плато, возникают очаги оседлости и земледелия.

Палеорекострукция климата для Сколевских Бескид Карпатского региона. Реконструкция климата была предпринята с целью воссоздания природной обстановки в горах в период массового террасирования склонов. Древнее террасирование является одним из немногих примеров созидательной деятельности социума по отношению к окружающему его ландшафту. Террасы устойчивы на протяжении длительного времени благодаря своим особым конструкционным особенностям. Изучение террасирования в ряде горных систем Евразии (Skripnikova et al., 2001; Скрипникова та ін., 2004; Скрипникова, 2007) позволило сделать два основных вывода: наиболее деградационно устойчивыми конструкциями древних террас во всех регионах являются конструкции, адаптированные их строителями к контрастным колебаниям атмосферных осадков; в ряду древних террас наиболее устойчивы самые ранние (старые) террасы, сконструированные с учетом возможности колебаний климата, более поздние конструкции сооружались с учетом климата только периода строительства.

На ранних этапах земледельческой деятельности, когда социум был жестко зависим от уровня земледельческого искусства, создавались террасовые конструкции, адаптированные к значительным климатическим колебаниям, и рассчитанные на длительное использование. Функционирующие на протяжении тысячелетий древние террасы могут быть классифицированы как природно-антропогенные автономно саморегулирующиеся системы. Использование при выращивании сельскохозяйственной продукции

именно таких систем в наибольшей степени соответствует принципам рационального природопользования и ландшафтного земледелия, минимизируя вмешательства в функционирование агроэкосистем и экономя средства на постоянные разработки систем мер по улучшению водного режима, повышению продуктивности, увеличению противозерозийной устойчивости и др., т.е. на разработки нужные, но малоэффективные из-за общепланетарной неизбежности постоянных циклических климатических изменений.

Сейчас традиции строительства устойчивых к переменам климата конструкций из рыхлых пород утрачены даже в традиционно ориентированных на земледелие обществах, в таких колыбелях склонового земледелия, как Китай, Перу, страны Ближнего Востока. Обзор исторической ретроспективы приемов террасирования на примере четырех горных систем Евразии показал прогрессирующую деградацию строительных навыков на протяжении всего периода формирования (IV тыс. до н.э. – наше время) склоновых агроландшафтов и все больший уход от соблюдения принципов ландшафтного земледелия. В бронзовое время террасы строились с использованием инженерных приемов, обеспечивающих террасовой системе возможность как накапливать, так и отводить воду и тем самым сохранять конструкционную целостность при климатических сменах. Адаптационные возможности к колебаниям погодных условий более поздних конструкций, в частности средневековых, гораздо скромнее, поскольку строительные приемы предполагали незыблемость климата и были направлены в основном на укрепление ступеней внутри террасовых систем. Широкое распространение получают террасы с укрепленными камнями откосами и террасы с подпорными стенками. В сухом климате каменные кладки хорошо удерживали влагу, но весь комплекс быстро разрушался без систематического ремонта в периоды усиления увлажненности. Частая повторяемость – каждые 30–50 лет (Александровский, 2005) – колебаний периодов увлажненности является причиной редкой встречаемости обложенных камнями террас средневекового времени в современном горном ландшафте. В горных ландшафтах лучше сохранились террасы с укрепленными камнями откосами, погруженными в рыхлый грунт и выполняющими функцию конденсации влаги.

Апогеем неадаптационных конструкций, строящихся при тотальной распашке склонов любой крутизны, являются современные террасы, сделанные бульдозером-террасером. Актуальной научной задачей сегодня является изучение конструкций всех относительно хорошо сохранившихся террас, определение их радиоуглеродного возраста, реконструкция климата времени строительства террас, определение соответствия их конструкций текущему климатическому циклу и прогноз степени сохранности в нем.

Колебания периодов увлажненности длительностью 30–50 лет в значительной степени препятствуют нормальному функционированию террасовых систем, в конструкции которых были предусмотрены приемы только на отвод или на сбор влаги.

В Карпатском регионе в средние века было широко развито террасирование. Из-за высокой плотности сельского населения все древние террасы в той или иной степени вовлечены в сельскохозяйственный оборот, многие перестроены или перепланируются под механизированную обработку. По этой причине конструкции, придаваемые строителями террасам в различные климатические периоды средневековья могут быть утеряны. Для сохранения региональных традиционных способов строительства террас необходимо знать, в какие климатические периоды были применены те или иные строительные приемы в террасовых конструкциях, оценить степень сохранности и эффективность работы конструкций отводящих или, наоборот, собирающих воду при функционировании в современных климатических условиях. Для целей возвращения в практику современного земледелия древних приемов террасирования хорошим практическим начинанием могла бы стать разработка модели террасового комплекса, способного поддерживать целостность своей конструкции благодаря способности, как отводить, так и накапливать влагу.

В с. Пидгородцы Сколевского района обнаружены древние террасы, отличающиеся внешним обликом и сооруженные по разным принципам. Разнообразие террас в с. Пидгородцы, где соседствуют 3 типа разновозрастных террасовых комплексов, позволило приблизиться к пониманию закономерностей между климатическими особенностями периодов строительства террас и их конструкционной устойчивостью.

Террасовый комплекс на восточном склоне урочища Узлисея (N 49 ° 09'99'', E 23°25'16'', H≈514±6,5 м) имеет возраст 1540±60 лет (ГИН №13443) и незначительную степень деградации в области откосов, нарушенных скотобойными тропами. Конструкция террасового комплекса направлена на отведение воды, о чем свидетельствует ряд конструктивных особенностей. Верхняя ступень имеет горизонтальный уклон, высоту 10–17 м, валик над бровкой и откос с углом, близким к 90°, все это способствует отводу внутрь склона вод, собирающихся в единый поток на вышележащем плато. На случай прорыва потока на поверхность комплекса полотно первой террасы дренировано крупными камнями на глубине 80–100 см. В средней части комплекса полотна террас не высокие, не более 2,5 м, ширина варьирует от 6 до 15 м, откосы в достаточной степени вытянуты, что способствует их прогреваемости и задернению, имеют углы наклона в среднем 20°. Избыточную воду также могут отводить террасы средней части комплекса, имеющие горизонтальный уклон в 10°. Последовательное расположение террас с горизонтальным уклоном не позволяет воде застаиваться на полотнах и в их бермовой части. Отвод воды осуществляется либо за пределы комплекса, либо на высокую террасу, проходя через которую размывающая сила потока гасится, а сток направляется внутрь склона. Нижняя треть склона не террасирована совсем, поскольку там может застаиваться вода. Выемочно-насыпной способ строительства применен в верхней и нижней частях комплекса, в средней – насыпные террасы с горизонтальными уклонами чередуются с междурядьями, т.е. нетронутыми строительными манипуляциями частями склона. Такой прием применяется в случае террасирования пологих склонов с преобладанием тяжелосуглинистых подстилающих пород. Полотна формируются из насыпных грунтов более легкого гранулометрического состава. Скорее всего, данный террасовый комплекс построен в период более влажный, чем современный.

Согласно радиоуглеродной датировке двух погребенных гумусовых горизонтов террасовых полотен южного склона урочища Липы, комплекс был построен 1100 лет назад. Конструктивные особенности, свидетельствующие о накоплении воды, следующие: все ступени террас одинаково невысокие (до 2 м), полотна террас короткие (40–50 м), многие с обратным уклоном, откосы крутые,

бровки с валиками (возможно, современными). Комплекс приурочен к нижней части 1,5-километрового склона. В периоды усущения климата такое расположение способствует конденсации влаги в террасовых полотнах, однако, в настоящее время, верхние ступени сильно нарушены водной эрозией (практически не читаются в рельефе). Ранее комплекс использовался как фруктовый сад, сейчас является частным выпасом. В бермовой части полотен с обратным уклоном наблюдается деградация в виде оглеения почвенных профилей. Тип конструкции выемочно-насыпной. Погребенные почвы имеют темно-серый цвет гумусового горизонта, в отличие от серовато-бурого цвета гумусовых горизонтов современных почв под луговой растительностью на окружающих террасах склона. Скорее всего, данный террасовый комплекс был построен в период более сухой и теплый, чем современный.

Гипотеза о строительстве террасового комплекса в периоды, существенно различающиеся по характеристикам от сегодняшнего климата, может быть проверена путем палеорекострукции климата методом комплексного биологического анализа отложений близлежащих к селу Пидгородцы водоемов.

Оз. Журавлиное (Мертвое) расположено в полузамкнутой горной котловине (отроги г. Ключ), склоны которой плотно облесены, и относится ботаниками к олиготрофному типу (Воронцов и др., 2004). Вокруг оз. Мертвого (N 49°02'12'', E 23°34'32'', H≈598±6,4 м) имеются болотные отложения, средняя мощность которых 2,5 м. Отложения мощные, разногенетичные, представлены слоями слаборазложившегося сфагнумового торфа и сапропеля. Озерные отложения пока пройдены скважиной только до 4 м и до момента полнопрофильного бурения остаются только интересным рекогносцировочным материалом. Анализ торфяной скважины показывает наличие в нижней и средней частях субатлантического слоя двух горизонтов, сформировавшихся в резко отличные климатические периоды. К сожалению, радиоуглеродный анализ образцов из скважины пока проведен не полностью, поэтому при обсуждении будем оперировать ссылками на временные отрезки, полученные на основании расчетов скоростей торфонакопления, принятых для субатлантического периода. При грубом рассмотрении климат субатлантического периода, продолжавшегося 2500 лет, был преимущественно плувиальным. Однако более подроб-

ное послойное рассмотрение остатков флоры и фауны показывает, что ближе к его середине усиливается чередование различных по сочетанию температуры и влажности климатических обстановок (флуктуаций). Сухой и холодный период, в течении которого оз. Мертвое обмелело, продолжался примерно до 300-х гг. н.э., причем шапка мха выросла настолько, что впоследствии вода накрыть ее уже не могла. После этого периода наступил период повышенного увлажнения и длился до 700–800 гг. н.э., однако температуры сохранялись приблизительно на прежнем уровне (средняя температура июля предположительно 14–16°C). В этот период строились террасовые системы, ориентированные на отведение воды.

Далее фиксируется период климатического оптимума, отмечаемый рядом авторов для равнинных условий (Александровский, 2005; Герасименко, 1997). Это время (800–1200 гг. н.э.) совпадает с периодом расцвета сельского хозяйства в горах и на равнинах. Массовое террасирование отмечается в Кавказском горном регионе и в Крыму. На территории Сколевских Бескид строятся террасы, ориентированные на накопление влаги.

Далее климат изменился в сторону незначительного уменьшения количества осадков и похолодания, по отложениям можно пронаблюдать примерно 5 флуктуаций, когда эти параметры незначительно варьировали. Малый ледниковый период, отмечаемый в других регионах в конце средневековья, выявить не удалось. Но в общих чертах климат стал менее благоприятным для земледелия. В это время шла, скорее всего, перепланировка террас, а на неосвоенных склонах стало преобладать напашное земледелие.

Более подробно климат субатлантического периода удалось реконструировать по отложениям торфа из безымянного болота, расположенного у с. Завадка (N 49°00'46.57'' E 23°09' 37.86'', N≈665 м) на юго-западной границе парка Сколевские Бескиды в 50 км от озера Мертвое (Журавлиное). Одновременно мы продемонстрируем возможности *сокращенной* схемы комплексного биологического анализа для целей реконструкции климата. Сокращенная схема включает в себя анализ погребенной в слоях торфа растительности без подробного рассмотрения соотношения групп различных водорослей. Для того чтобы дать характеристику увлажнения на момент формирования какого-либо слоя торфа

достаточно рассмотреть соотношение видов в группах высших и низших растений (сокращенный анализ). Для получения информации о температурном режиме того или иного временного интервала необходимо дополнительно рассмотреть остатки фауны и соотношение групп водорослей (полный анализ).

Результаты анализа растительности представлены в табл. 2. Высшая и низшая растительность из слоев, отобранных со средним интервалом 5 см, совершенно однозначно указывает на разницу в условиях обводненности. Виды растений, составляющие после отмирания основную массу отлагающегося торфа, нуждаются в различном количестве воды для успешного развития. Колебания уровней увлажнения прямо сказывается на составе и количестве отлагающейся биомассы. Простой пример. Сфагновые мхи, в данной скважине сфагнум магелланикум *Sphagnum magellanicum* и сходный с ним по экологии *Sphagnum fuscum* не имеют корневой системы, поэтому могут существовать и наращивать массу в торфянике только в том случае, когда обильно смачиваются атмосферными осадками. Пушица *Eriophorum vaginatum*, а тем более кустарники и сосна, имеют корневища и корни и могут доставать влагу из грунта в случае уменьшения количества атмосферных осадков и понижения уровня грунтовых вод.

Выделяется 7 горизонтов, отличающихся составом растительных остатков, а, следовательно, и характером увлажнения. Отличие остатков флоры горизонтов VI и VII подтверждает предположение о кардинальном различии в степени увлажненности территории при строительстве террас 1000 и 1500 лет тому назад на территории карпатского с. Пидгородцы. В период с повышенной влажностью 1600–1300 лет назад строили террасы, конструкции которых были ориентированы на отвод воды. В сухой период 1200–1000 лет назад строили террасы, способные накапливать влагу внутри полотен.

Подробное изучение скважины, возможное при анализе слоев мощностью 2 и 5 см, позволило также удостовериться в правильности утверждения о значительных колебаниях увлажненности второй половины субатлантического периода.

Таблица 2. Содержание остатков высших растений и мхов в отложениях болота, расположенного у д. Завадка, %

Слой отложения	Глубина, см	Оценка климата	Радиоуглеродные даты*	Основные виды растений в отложениях						
				<i>Ericaceae</i>	<i>Pinus</i>	<i>Eriophorum vaginatum</i>	<i>Polytrichum strictum</i>	<i>Sphagnum fuscum</i>	<i>Sphagnum magellanicum</i>	<i>Sphagnum angustifolium</i>
I	0–2	Влажно	130	–	Ед.	Ед.	10	90	Ед.	–
	4–6			5	»	–	75	20	–	–
	8–10			5	»	5	10	65	15	–
II	13–15	Чрезвычайно сухо	130	50	20	25	–	Ед.	5	–
	15–20			30	10	25	–	30	5	–
III	20–22	Влажно	1100	–	–	5	–	85	10	–
	25–27			–	–	5	–	70	25	–
	28–30			–	–	5	–	25	70	–
	33–35			–	–	Ед.	–	15	85	–
	40–42			–	–	»	–	50	50	–
IV	45–47	Менее влажно, переходный	1100	Ед.	–	»	–	30	70	–
	48–50			»	–	5	–	20	75	–
	53–55			»	–	15	–	15	70	–
V	55–60	Сухо	1100	»	–	85	–	5	10	–
	61–63			–	–	35	–	10	55	–
VI	65–70	Влажно	1500	Ед.	–	Ед.	–	15	85	–
	70–75			»	–	10	–	5	85	Ед.
	75–80			»	–	10	–	5	75	10
VII	80–85	Очень сухо	1860	–	–	50	–	5	45	Ед.
	85–90			–	–	50	–	5	45	»
	90–95			Ед.	–	80	–	Ед.	20	–
	95–100			»	–	85	–	»	15	–

* Радиоуглеродные даты получены в Киевской радиоуглеродной лаборатории, размерность геологическая – 130 лет тому назад.

Абсолютное преобладание низших растений в двухметровых отложениях болота около оз. Мертвое (Журавлиное) позволяло только предполагать наличие на протяжении последнего тысячелетия пяти периодов, различающихся увлажненностью климата.

Анализ отложений из болота у с. Завадка позволяет достоверно это показать. Примечательным фактом является обнаружение чрезвычайно сухого периода 130 лет назад. На этот же горизонт приходится максимум остатков водорослей, развивающихся в холодных водах. В нижней части слоя 20–15 см обнаружены большое количество цист теплолюбивых видов водорослей, что говорит о весьма быстрой смене температурного режима водоема. Весьма вероятно, что этот горизонт сформировался в период максимального похолодания и может быть маркером пика малого ледникового периода.

Имея данные о степени увлажненности территории на протяжении всего периода использования террас, можно оценить устойчивость их конструкции с начала эксплуатации до сегодняшнего времени. Более устойчивыми конструкциями в условиях практически постоянно высокого уровня увлажнения территории Восточных Карпат, очевидно, являются те, которые способствуют отведению излишней влаги со склона без нарушения его общей морфологии. Древние террасы этого типа обнаружены на склонах всех экспозиций. Террасы с конструкцией, обеспечивающей накопление влаги в склоновых почвах, встречаются единично и сохранились только на склонах южной экспозиции. Степень их эродированности значительно выше, чем террас, работающих на отведение воды. Однако чередование периодов иссушения и увлажнения неизбежно также и в будущем, поэтому при современном строительстве новых террасовых комплексов было бы не правильно ориентироваться только на конструкции, отводящие излишнюю воду с поверхности склонов. Необходимы противоэрозионные конструкции, адаптированные к любому количеству осадков. К настоящему времени в карпатском регионе не обнаружено древних террас, конструкции которых были бы эрозионно устойчивы к любому уровню влажности, и их можно было бы принять за эталон при современном строительстве. Террасы с конструкциями, устойчивыми в различных климатических условиях, широко распространены на Северном Кавказе. Именно их следует использо-

вать как эталон для разработки противоэрозионных мероприятий для успешного и долговременного функционирования склоновых экосистем в Карпатах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод комплексного группового биологического анализа погребенных в торфе организмов позволяет реконструировать природные обстановки прошлого для различных целей. Степень детальности в изучении микроостатков отложений дает возможность пользоваться данным методом исследователям разного профиля (археологам, биологам, почвоведом) и уровня подготовки. Для воспроизведения наиболее полного сценария климатических изменений необходимо пользоваться расширенной схемой анализа групп организмов, погребенных в отложениях. Частные задачи, требующие, например, только информации об уровне увлажнения климата в прошлом, могут быть решены на основании рассмотрения соотношения остатков высших и низших растений, что подвластно даже не слишком искушенному в работе с микроостатками исследователю. В настоящее время метод комплексного биологического анализа используется редко. Надеемся, что наша статья будет способствовать его популяризации и включению в практику повседневных палеоклиматических исследований голоценовых и верхнеплейстоценовых климатических обстановок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Александровский А.Л., Александровская Е.И.* Эволюция почв и географическая среда. М.: Наука, 2005. 223 с.
- Байлагасов Л.В.* К характеристике озер бассейна Мульты (Катунский биосферный заповедник) // География и природопользование Сибири. Вып.6. Барнаул, 2003. С. 185–202.
- Воронцов Д., Пука С., Козловский В.* Рослинний покрив оліготрофного пухівково-сфагнового болота «Журавлине» (НПП «Сколівські Бескиди») та його динамічні тенденції // Вісник Львівського національного університету. Сер. Біологія. 2004. Вип. 37. С. 114–124.
- Галахов В.П., Мухаметов Р.М.* Ледники Алтая. Новосибирск, 1999. 136 с.

Герасименко Н.П. Природная среда обитания человека на юго-востоке Украины в позднеледниковье и в голоцене // Археол. альманах. 1997. №6. С.3–64.

Кац Н.Я. Болота и торфяники. М., 1941. 400 с.

Кордэ Н.В. Биостратификация и типология русских сапропелей. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 220 с.

Марсадолов Л.С., Зайцева Г.И. Соотношение радиоуглеродных и археологических датировок для малых и средних курганов Саяно-Алтая I тыс. до н.э. // Итоги изучения скифской эпохи Алтая и сопредельных территорий. Барнаул, 1999. С. 108–115.

Самашев З.С., Жумабекова Г.С., Сунгатай С. Новые исследования на могильнике Берель в Восточном Казахстане // Итоги изучения скифской эпохи Алтая и сопредельных территорий. Барнаул, 1999. С. 159–165.

Скрипникова М.И. Структура почвенного покрова антропогенных террас в горах Евразии // Тространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты: тр. конф. СПб, 2007. С. 506–508.

Скрипникова М., Шпаківська І., Марискевич О., Пука С. Антропогенні терасові агроєкосистеми гірських ландшафтів Кавказу, Карпат, Криму та Алтаю // Фізична географія та геоморфологія. Міжвідомчий науковий збірник. 2004. Вип.46. Т.1. С. 137–147.

Скрипникова М.И., Успенская О.Н. Реконструкции палеоклимата на основе сопряженного анализа почвенных профилей, торфяных отложений и сапропелевых толщ // Тр. XVI Уральского археологического совещания. 2003. С. 19–22.

Тюремнов С.Н. Возраст сапропелевых отложений средней полосы европейской части СССР // Тр. лабор. сапропел. отложений. 1956. Вып. IV.

Успенская О.Н. Другие водоросли // Общие закономерности возникновения и развития озер. Методы изучения истории озер (Сер. История озер СССР). Л.: Наука, 1986. С. 146–151.

Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 198 с.

Skripnikova M.I., Kit M.G., Radzii V.F., Sveshnikova V.A. Ancient Anthropogenic Terrace Complexes in the North Caucasus and Carpathians as the Model of Sustainable Highly Productive Agroecosystems // Man and soil at the third millennium. Third international con-

gress of the European Society for Soil Conservation, Spain. V. 1. 2001. P. 821–832.

Skripnikova M.I., Uspenskaya O.N. Applied aspects of studying the holocene evolution of soil vegetation complexes in the middle amur region, the far east of Russia // 18th World Congress of Soil Science. Abs. ID: 19493, Philadelphia, USA. 2006

Uspenskaya O.N. Quality of organic soils for agricultural use of cutover peatlands in Russia // Organic soils and peat materials for sustainable agriculture. N.-Y.: CRC-Press, 2003. P. 175–1862.