

О.С. Сизов\*, И.Р. Идрисов\*\*, К.В. Молчанова\*\*

\*Институт проблем нефти и газа РАН  
ул. Губкина, 3, Москва, 119333

E-mail: kabanin@yandex.ru

\*\*Тюменский государственный университет  
Червишевский тракт, 13, Тюмень, 625008

E-mail: ildaridrisov@yandex.ru;

kse.00@mail.ru

## ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ ИСХОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРУПНОМАСШТАБНОГО КАРТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ АНДРЕЕВСКОЙ ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ (МЕЖДУРЕЧЬЕ ТУРЫ И ПЫШМЫ)<sup>1</sup>

*Ретроспективный (палеоландшафтный) анализ геосистем — один из важнейших методов осуществления принципа историзма и оценки условий природопользования в голоцене. В работе представлены результаты крупномасштабного картирования исходных ландшафтов территории Андреевской озерной системы (междуречье Туры и Пышмы). Всего в ходе ландшафтного исследования, основанного на разнородных материалах (космических снимков, топографических карт, полевых изысканий), было выделено 170 видов урочищ, принадлежащих 9 типам местности. Для составления карты использовались как визуальные, так и автоматизированные методы классификации дистанционных данных для повышения достоверности результата. Итоговый векторный слой содержит подробную информацию о рельефе, типе почвы и растительности для каждого элементарного ландшафтного выдела, что позволит в дальнейшем использовать полученную карту в качестве фактической основы при оценке ресурсной базы данной территории для древнего и современного населения с присваивающей экономикой. Проведен анализ методов палеоландшафтной реконструкции, предложены основные подходы к дальнейшему моделированию ландшафтной структуры территории в голоцене.*

**Ключевые слова:** реконструкция исходных ландшафтов, крупномасштабное картирование, дешифрирование, дистанционное зондирование, палеоландшафты, ресурсная база, система жизнеобеспечения.

DOI: 10.20874/2071-0437-2017-39-4-205-212

### Введение

Расширение практики использования палеогеографических и палеоландшафтных методов в региональных археологических исследованиях позволяет осуществить методический переход от рассмотрения природных особенностей локальных археологических памятников и их групп к региональным сравнительным оценкам природных условий, определяющих ландшафтную дифференциацию территории (рельеф и геологическое строение четвертичных отложений, гидрография, почвы, растительность, характер увлажнения). Понимание специфики сукцессионных переходов в зависимости от изменений климата в голоцене является основой для моделирования системы жизнеобеспечения путем оценки изменения ресурсной базы. При этом базой палеоландшафтного моделирования является формализованное представление современного состояния ландшафтов (принцип актуализма), которое, в свою очередь, основано на крупномасштабном картографировании с использованием максимально подробных, детальных и объективных исходных данных [Низовцев, 2016].

В качестве модельной территории для палеоландшафтных исследований выбрана Андреевская озерная система, расположенная в Туро-Пышминском междуречье (вблизи впадения Туры в Тобол). Она относится к пойменно-долинным водоемам и представляет собой цепочку из пяти крупных, хорошо развитых проточных озер площадью около 40 км<sup>2</sup>, объединенных руслом р. Дуван. Общая площадь района работ составляет 1100 км<sup>2</sup>.

Значение проточных озерных систем в жизни древнего и современного населения с присваивающей экономикой неоднократно отмечалось этнографами и археологами [Адаев, 2007;

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках гранта РФФИ № 16-06-00260.

Головнев, 1995; Косарев, 1991; и др.]. На берегах Андреевских озер к настоящему времени выявлено свыше 350 археологических памятников, датируемых от мезолита до средневековья, что свидетельствует о высокой значимости данной территории в жизни древнего и современного населения с присваивающей экономикой.

Основной целью работы являются крупномасштабное картирование исходных ландшафтов с восстановлением их границ до антропогенного вмешательства и разработка подходов к палеоландшафтной реконструкции модельной территории в зависимости от климатических колебаний в голоцене. Данная работа проводится в русле исследований системы жизнеобеспечения и динамики расселения древнего населения района Андреевской озерной системы и прилегающей территории междуречья Туры и Пышмы.

### **Методы и материалы исследования**

Фундаментальной научной основой современных ретроспективных палеоландшафтных и ландшафтно-исторических реконструкций является принцип актуализма, введенный в научный оборот Ч. Лайелем в 1830 г. [Равикович, 1976]. Данный принцип позволяет при реконструкциях ландшафтов прошлого исходить из того, что их становление и эволюция происходили по тем же законам и принципам, по которым развиваются современные ландшафты. Следование этому принципу позволяет не только реконструировать ландшафтную структуру конкретной территории, но и смоделировать уже исчезнувшие ландшафтные комплексы и изучать их строение, функционирование и динамику.

Детальное палеоландшафтное изучение конкретного региона начал проводить Г.И. Юренков, который и ввел в широкий научный оборот понятие «эволюционное ландшафтоведение» [1997]. Первые положения палеоландшафтной концепции на базе крупномасштабных исследований голоценовой эволюции мещерских ландшафтов сформулированы Т.А. Абрамовой и К.Н. Дьяконовым [1998]. Существует успешный опыт крупномасштабного палеоландшафтного картографирования в различных регионах страны, в частности в Восточной Фенноскандии [Елина и др., 2005] и Московской области [Низовцев, 2016].

В современном представлении [Низовцев, 2016] принцип актуализма требует корректного применения с опорой на инвариантные свойства ландшафтных комплексов. При этом наиболее консервативным природным компонентом ландшафта, определяющим пространственную дифференциацию, является морфолитогенная основа [Солнцев, 1960]. Даже при смене зонально-климатических условий именно морфолитогенная основа продолжает определять плановую организацию нового зонального типа ландшафта, унаследованного им от былой стадии развития [Николаев, 1986].

Важным этапом при реконструкции является анализ сопряженных региональных ландшафтных структур, особенно в меридиональном простирании. Существующая пространственная смена ландшафтов в данном случае выступает моделью эволюционного ряда, которую можно детализировать для каждого типа местоположений (склонов, водоразделов, понижений, пойм крупных и малых рек и др.).

Для пространственного анализа и картографирования использован типологический ряд таксономических единиц — типы местности и виды урочищ. Типы местности выделены на основе генетического и морфологического сходства формирующих его доминантных и характерных урочищ, типов сочетания литолого-фациальных комплексов и степени дренированности [Мильков, 1970].

Определение границ типов местности проведено с учетом продолжительности затопления (в поймах), типа и мощности торфов (в пределах болотных ландшафтов) и условий дренирования. Вид урочища представляет собой закономерный комплекс фаций, достаточно хорошо обособленный в природе в связи с неровностями рельефа и неоднородным составом почв и грунтов [Мильков, 1970]. Определяющими свойствами при выделении видов урочищ являются растительность и микрорельеф.

Поскольку территория исследований претерпела значительную антропогенную трансформацию, при реконструкции ландшафтной структуры территорий в конкретные хроносрезы необходимо применение ландшафтно-эдафического подхода [Низовцев, Марченко, 2004]. Суть его заключается в составлении карты условно-восстановленных (коренных) ПТК, которая показывает приближенное к первичному распределение элементарных ландшафтных единиц.

Переход от современной к восстановленной ландшафтной структуре представляет особую методическую сложность в условиях длительного антропогенного освоения территории иссле-

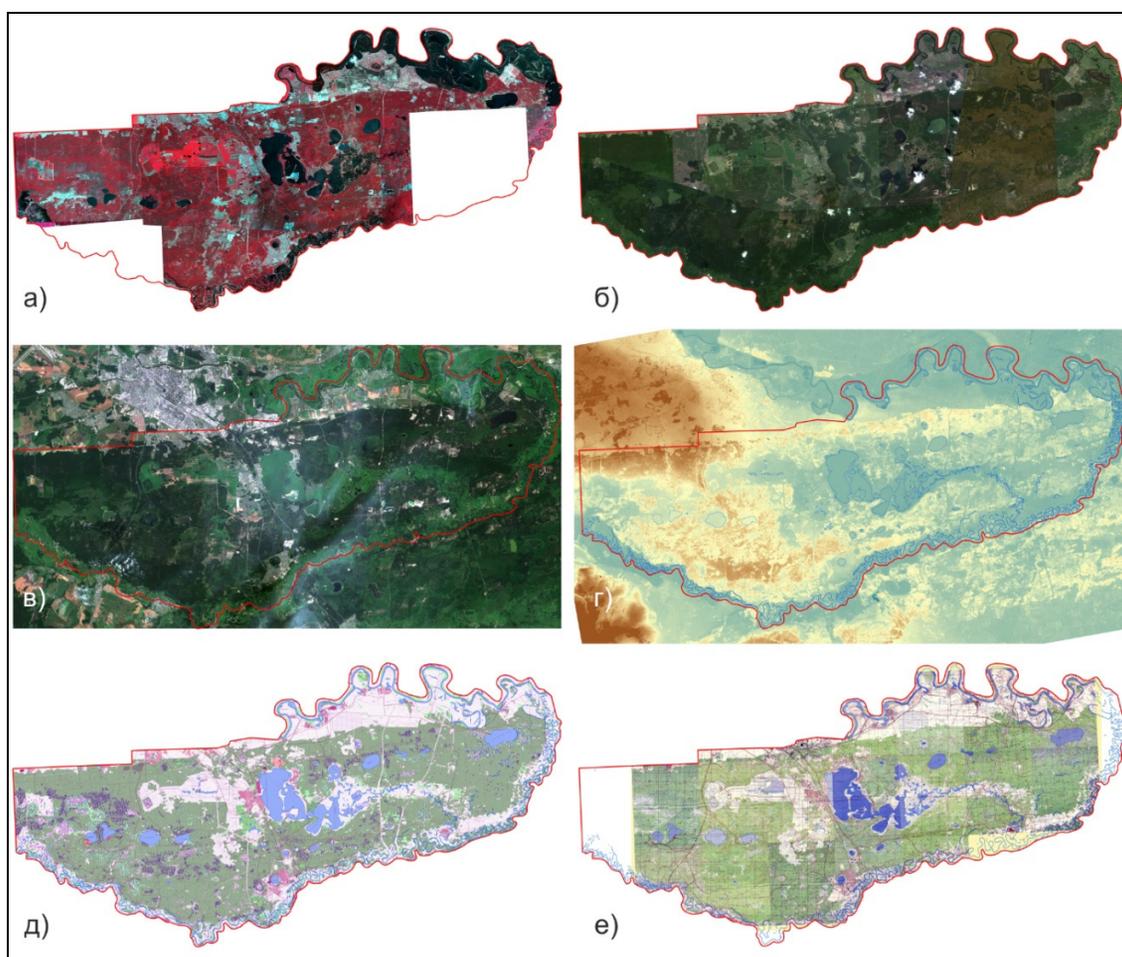
## Опыт реконструкции исходных ландшафтов с использованием крупномасштабного картирования...

дований, определяющего значительную трансформацию почвенно-растительного покрова. В рамках данной работы можно выделить следующие виды антропогенного воздействия и способы ландшафтной реконструкции:

- вырубки — восстановление исходной растительности методом анализа объектов-аналогов;
- карьеры и разработки, линейные сооружения — идентификация условий увлажнения, растительности и рельефа по окружающим природным комплексам;
- пашни и селитебные территории — экстраполяция наиболее типичных ландшафтов в пределах типа местности;
- гидротехнические сооружения — оценка зон изменения гидрологического режима по трехмерной модели рельефа.

Фактические источники палеоландшафтного анализа включают целый ряд материалов: топографические карты разного масштаба, космо- и аэрофотоснимки, фондовые материалы геолого-гидрологических съемок и разведок торфяных месторождений, археологические сведения по древним поселениям, палинологические и остеологические анализы и, наконец, собственные полевые исследования, включая глубокую шурфовку и бурение.

Современные детальные данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), дополняемые источниками среднего разрешения, позволяют выполнять картирование обширных территорий с высокой степенью достоверности, а также выявлять и отслеживать произошедшие изменения. С использованием цифровых моделей рельефа и местности (ЦМР и ЦММ) появляется возможность применять широкий набор морфометрических методов анализа и построения карт уклонов поверхности, моделировать сеть тальвегов и линий стока, выделять перегибы террас и др.



**Рис. 1.** Исходные данные для составления карты восстановленных ландшафтов:

- а) космические снимки WorldView-2,3 (1,2–2,2 м); б) данные с картографических сервисов GoogleMaps, BingMaps и Yandex.Карты (1,3 м); в) космические снимки Sentinel-2 (10 м); г) цифровая модель местности AlosDEM (30 м); д) топографическая карта 2001 г. (1:25 000); е) топографическая карта 1988 г. (1:25 000).

Исходя из данных преимуществ в работе нашли применение (рис. 1):

- мультиспектральные космические снимки высокого пространственного разрешения WorldView-2,3 (1,5–3 м/пикс., 4–8 каналов);
- космические снимки сверхвысокого пространственного разрешения в синтезе видимых цветов QuickBird-2, WorldView-2 (0,5 м, синтез R, G, B);
- мультиспектральные космические снимки среднего пространственного разрешения Sentinel, Landsat (10–30 м/пикс., 6–12 каналов);
- топографические карты масштаба 1:25 000;
- геологические карты четвертичных отложений масштаба 1:200 000;
- цифровые модели местности с размером ячейки растра 25–30 м (SRTM, AlosDEM);
- архивные материалы среднemasштабных ландшафтных исследований [Козин, Маршинин, 2004].

Полевые исследования были проведены в июле 2017 г. В ходе полевых работ выполнены описания ландшафтов территории на 73 точках. Описания точек включали характеристики растительности, рельефа и почв территории. Каждое описание дополнено фотографиями. Точки описаний выбраны на подготовительном этапе и охватывают все типы местности исследуемой территории.

### **Дистанционные методы составления карты восстановленных ландшафтов**

Одной из актуальных научно-практических задач, решаемых в ходе данного исследования, является определение возможности применения методов автоматизированной классификации данных ДЗ для крупномасштабного палеоландшафтного картографирования. Поставленная задача решалась с применением различных программных комплексов и методов классификации изображений. На первом этапе исследований был определен тестовый участок, выполнены полевые описания ландшафтов и сбор дополнительной информации. Классификация проведена для снимков высокого пространственного разрешения (WorldView-2,3). Исходя из опыта дешифрирования природных комплексов и геоботанических исследований с применением ДДЗ в качестве основных были использованы метод спектрального угла (Spectralangle) и метод максимального правдоподобия (Maximum Likelihood). Классификация с обучением проведена в следующих программных комплексах: ArcGIS 10.3, ENVI 5.3 и модуль Semi-AutomaticClassificationPlugin (SCP) для QGIS2.18.2. На этапе выбора оптимального для задач исследования метода классификации и программного комплекса оценивались достоверность полученных результатов, ресурсоемкость и быстродействие инструментов.

На тестовом участке представлены различные природные комплексы — пойменные ландшафты различной степени дренированности, террасы со светлохвойными и мелколиственнохвойными лесами, болотные комплексы (в том числе заболоченные сосновые леса и травяно-моховые болота). Для тестового участка на основе полевых описаний были определены 15 классов. Обработка результатов включала фильтрацию итоговых изображений. Фрагменты полученных изображений приведены на рис. 2.

Результаты классификации достаточно хорошо позволяют разделить ландшафты с резкой сменой условий (болотные, пойменные различного увлажнения и дренированные лесные). При этом метод спектрального угла дает возможность более точно определить мелколиственные и хвойные древостои. Фильтрация итогового растра классификации не позволяет получить необходимый уровень детализации, сопоставимый с ручным визуальным дешифрированием.

Наиболее оптимальные результаты получены при классификации в программном комплексе ENVI. В ENVI реализованы все необходимые инструменты — от классификации до постобработки. Значительным преимуществом является возможность описания классов на русском языке, что важно при проведении ландшафтных исследований. Итоговый растр с разделением на классы импортируется без потери данных в ARCGIS для дальнейшего картосоставления. Модуль SCP для QGIS также реализует выбранные методы классификации изображений и содержит удобный инструментарий для работы с основными видами съемки. При этом результаты постклассификации не позволяют получить необходимый уровень детализации контуров. Представленный в ARCGIS 10.3 инструмент работы с данными ДЗ включает небольшой набор методов обработки (отсутствует метод спектрального угла) и постклассификации.

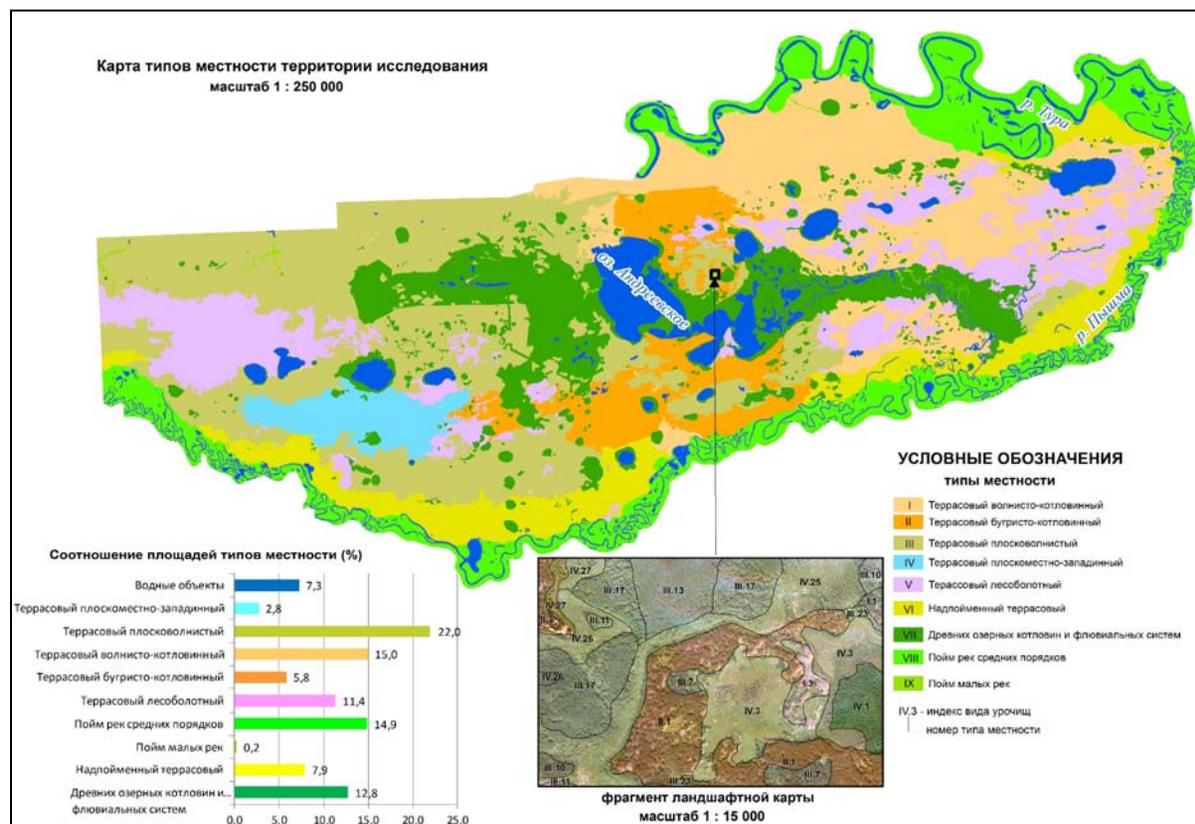
По результатам тестирования различных методов и программных комплексов тематическое дешифрирование снимков всей территории исследований проведено в ENVI 5.3 методом максимального правдоподобия. Более эффективный на тестовом участке метод спектрального уг-

## Опыт реконструкции исходных ландшафтов с использованием крупномасштабного картографирования...

ла требует существенных аппаратных ресурсов и нереализуем для большого числа снимков высокого разрешения.

Результаты автоматизированной классификации были использованы в качестве вспомогательного источника данных при проведении ручного визуального дешифрирования. Несмотря на полученные удовлетворительные результаты классификации современных ландшафтов, палеоландшафтное картографирование предполагает идентификацию восстановленных природных комплексов. Подобные задачи трудно формализуемы до уровня разработки действующих алгоритмов.

Таким образом, при проведении палеоландшафтного крупномасштабного картографирования наиболее оправданно использование ручного дешифрирования, обеспечивающего высокую достоверность результата, особенно с учетом необходимости восстановления исходной структуры. Автоматизированные методы контролируемой классификации служат способом получения дополнительной информации по свойствам современной ландшафтной структуры.



**Рис. 3.** Карта типов местности восстановленных ландшафтов территории Андреевской озерной системы.

В юго-западной части исследуемой территории обособлен *плоскоместно-западинный тип местности*. Ландшафтная структура типа местности не отличается большим разнообразием — всего в исследуемом междуречье закартировано пять видов урочищ. Данный тип местности более распространен в пределах лесостепной зоны и представляет собой сочетание плоских дренированных поверхностей с сосновыми и березово-сосновыми травяно-моховыми и лишайниковыми лесами на дерново-подзолистых и подзолистых почвах и заболоченных сложноконтурных понижений.

Ландшафты первой надпойменной террасы р. Пышмы объединены в составе *надпойменного типа местности* (VII). Значительные площади здесь занимают различные варианты лугов (от разнотравно-злаковых на темноцветных луговых почвах до осоковых на лугово-болотных почвах) с небольшими куртинами березовых и березово-сосновых лесов и зарослей ив. Характерным элементом ландшафтной структуры также являются травяные болота и березняки травяно-болотные.

Поймы рек различных порядков и ручьев объединены в два типа местности — *пойм рек средних* (VII) и *малых порядков* (IX). Для поймы р. Туры характерны значительные площади длительно затопляемых участков. Сегментно-гривистые и прирусловые участки пойм занимают пойменные леса с осиной, березой, ольхой и ивняками на аллювиальных дерновых почвах.

Значительные площади разнотравных и разнотравно-злаковых лугов также характерны для различных участков центральной и притеррасной поймы.

Результаты картирования, представленные в электронном виде, служат основой для составления тематических карт природной дифференциации — рельефа, растительности, почв, водных объектов [Лабутина, 2004].

### **Обсуждение результатов**

О необходимости проведения собственно палеоландшафтных исследований впервые упоминает В.А. Николаев [1986], подчеркивая, что ретроспективный (палеоландшафтный) анализ современных геосистем — один из важнейших методов осуществления принципа историзма в ландшафтных исследованиях. Позже появляются первые публикации, посвященные палеогеографическим реконструкциям [Куница, 1991]. При этом в работах многих палеогеографов неоднократно говорилось о необходимости использования принципа взаимосвязи эволюционного и конкретно-территориального подходов при изучении формирования ландшафтов.

Подобные исследования носят междисциплинарный характер и предусматривают привлечение данных реконструкции климатических условий, скорости и интенсивности формирования четвертичных отложений и рельефа.

Результаты работы показывают, что из большого числа природных факторов, от которых зависит произрастание лесных фитоценозов, важнейшими являются: рельеф и местоположение, плодородие субстрата, характер увлажнения и степень увлажненности. Это хорошо согласуется с результатами проведенных ранее исследований [Сизов, Зимина, 2012], которые на примере юга Тюменской области показали, что к условиям, сохраняющим свое консервативное влияние на протяжении среднего и позднего голоцена, можно отнести характер четвертичных отложений, структуру рельефа, климатические особенности, строение гидрографической сети и почвенный покров. При этом данные о климатических изменениях на данной территории служат основой анализа ландшафтообразующих факторов в прошлом.

Полученная в ходе исследования крупномасштабная карта восстановленных ландшафтов рассматривается как информационная основа для расчета показателей текущей ресурсообеспеченности (расчет площадей сельхозугодий, охотугодий, земель, непригодных для использования, и т.п.). Результаты расчетов могут рассматриваться в качестве фактической основы при моделировании ресурсообеспеченности в зависимости от изменений тех или иных природных условий.

Антропогенная измененность ландшафтов зависит как от свойств самих ландшафтов, так и от способов и интенсивности хозяйствования человека в исторической ретроспективе. Поэтому, реализуя принцип актуализма, важно реконструировать особенности природопользования (ландшафтопользования).

Определяя виды и способы ведения хозяйства в конкретных ландшафтных условиях в определенные исторические срезы, теоретически возможно устанавливать соответствующие антропогенные нагрузки на ландшафты (виды деятельности, интенсивность и т.п.). Соответственно можно выделять виды и интенсивность антропогенных изменений в ландшафтах каждого этапа развития территории. При этом сопоставление археологических и палеогеографических данных позволяет достаточно надежно датировать фазы развития и антропогенные смены ландшафтов.

Таким образом, карта восстановленных ландшафтов выступает базой ретроспективного моделирования условий природопользования. На основе детальной ландшафтной структуры исследуемой территории в дальнейших исследованиях будут определены варианты природных комплексов, сформированных в различных климатических условиях прошлых лет. При этом применение современных методов картографирования (с использованием данных ДЗЗ и средств геоинформационных систем) позволяет существенно повысить объективность подобного палеоанализа.

### **Выводы**

Для территории Андреевской озерной системы и прилегающей территории междуречья Туры и Пышмы впервые создана крупномасштабная карта восстановленных ландшафтов. Картирование восстановленных ландшафтов в силу многообразия видов антропогенного воздействия должно быть основано на визуальных методах дешифрования с использованием автоматических алгоритмов для оптимизации отдельных технических процедур (выделение маски воды, маски лесной растительности, расчета морфометрических показателей и т.п.). Представление карты в цифровом виде дает возможность в дальнейшем привлечь к решению исследовательских задач разнообразный инструментарий моделирования.

## Опыт реконструкции исходных ландшафтов с использованием крупномасштабного картирования...

Реконструкция природных комплексов позволяет проводить разновременный анализ природопользования и ресурсообеспеченности территории при различных типах хозяйствования в различные исторические периоды. Для повышения объективности реконструкции необходимо учитывать региональные палеоклиматические данные. В результате ретроспективного анализа колебания температуры и влажности, коэффициента увлажнения территории и гидрологического режима водоемов можно установить влияние этих факторов на консервативные природные компоненты (рельеф и четвертичные отложения) и ландшафты в целом.

Таким образом, полученная крупномасштабная карта восстановленных ландшафтов является необходимым базовым элементом пространственного моделирования и дальнейших исследований системы жизнеобеспечения и динамики древнего населения района Андреевской озерной системы и прилегающей территории междуречья Туры и Пышмы.

---

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

---

- Адаев В.Н.* Традиционная экологическая культура ненцев и хантов. Тюмень: Вектор-Бук, 2007. 240 с.
- Головнев А.В.* Говорящие культуры: Культурные традиции обских угров и самодийцев. Екатеринбург: УрО РАН, 1995. 600 с.
- Дьяконов К.Н., Абрамова Т.А.* Итоги палеоландшафтных исследований в Центральной Мещере // ИРГО. 1998. Т. 130. № 4. С. 10–21.
- Елина Г.А., Лукашов А.Д., Токарев П.Н.* Картографирование растительности и ландшафтов на временных срезах голоцена таежной зоны Восточной Фенноскандии. СПб.: Наука, 2005. 112 с.
- Козин В.В., Маршинин А.В.* Тавдинско-Пышминский подтаежный ландшафтный район озерно-аллювиальных равнин // Большая Тюменская энциклопедия. Тюмень, 2004. Т. 3. С. 181.
- Королюк А.Ю., Тищенко М.П.* Новая ассоциация низинных лугов Западной Сибири — *Cirsio canis* — *Calamagrostietum epigeii* // Вестник ТГУ. Биология. 2014. № 3 (27). С. 84–100.
- Косарев М.Ф.* Древняя история Западной Сибири: Человек и природная среда. М.: Наука, 1991. 298 с.
- Куница И.А.* Палеогеографические реконструкции ландшафтов голоцена // Историческая география ландшафтов: Теоретические проблемы и региональные исследования: Тез. докл. I Всесоюз. науч.-практ. конф. Петрозаводск, 1991. С. 132–133.
- Лабутина И.А.* Дешифрирование аэрокосмических снимков. М.: Аспект Пресс, 2004. 184 с.
- Мильков Ф.Н.* Ландшафтная сфера Земли. М.: Мысль, 1970. 207 с.
- Низовцев В.А., Марченко Н.А.* Антропогенный ландшафтогенез — методы и результаты исследований // Функционирование и современное состояние ландшафтов. М.: Городец, 2004. С. 196–213.
- Низовцев В.А.* Опыт крупномасштабного палеоландшафтного картографирования // Пути эволюционной географии: Материалы Всерос. науч. конф., посвященной памяти проф. А.А. Величко (Москва, 23–25 ноября 2016 г.). М.: ИГ РАН, 2016. С. 509–514.
- Николаев В.А.* Принцип историзма в современном ландшафтоведении // Вестник МГУ. Сер. 5, География. 1986. № 2. С. 10–16.
- Равикович А.И.* Чарлз Лайель. М.: Наука, 1976. 200 с.
- Сизов О.С., Зимина О.Ю.* Особенности системы жизнеобеспечения и пространственного размещения поселений иткульской культуры в Притоболье (VIII–VI вв. до н.э.) // Вестник археологии, антропологии и этнографии. 2012. № 4 (19). С. 150–159.
- Солнцев Н.А.* О взаимодействии живой и мертвой природы // Вестник МГУ. Сер. 5, География. 1960. № 6. С. 10–17.
- Юренков Г.И.* Введение в эволюционное ландшафтоведение. СПб.: Образование, 1997. 283 с.

**O.S. Sizov\*, I.R. Idrisov\*\*, K.V. Molchanova\*\***

\*Institute of Oil and Gas Problems RAS  
Gubkina st., 3, Moscow, 119333, Russian Federation  
E-mail: kabanin@yandex.ru

\*\*Tyumen State University  
Cheremishevsky Trakt, 13, Tyumen, 625008, Russian Federation  
E-mail: ildaridrisov@yandex.ru; kse.00@mail.ru

### AN ATTEMPT TO RECONSTRUCT THE ORIGINAL LANDSCAPES USING A LARGE-SCALE MAPPING OF THE TERRITORY OF THE ANDREEVSKOE LAKE SYSTEM (INTERFLUVE OF THE TURA AND PYSHMA RIVERS)

The retrospective analysis of geosystems is one of the most important methods of implementation of the historicism principle and assessment of conditions of use of the nature in the Holocene. The initial stage of such studies is analysis of the modern landscape structure and its detailed mapping. The purpose of the research is to develop methods for inventory and mapping of modern landscapes in the reconstruction of the original (natural)

properties of anthropogenic complexes based on the interpretation of the Earth remote sensing data using geoinformation systems. The paper presents the results of a large-scale mapping of the restored landscapes of the territory of the Andreevskoe lake system (the interfluvium of the Tura and Pyshma rivers). In the process of inventory and mapping of the landscape structure, special attention was paid to the definition of invariant features of landscapes. Vegetation and microrelief are the defining properties in the selection of species of the tracts. In the course of the landscape study, based on heterogeneous materials (space images, topographic maps, field surveys), 170 species of tracts belonging to 9 types of terrain were identified. Based on the experience of deciphering natural complexes and geobotanical studies using DDZ, the spectral angle methods (Spectral angle) and the maximum likelihood method (Maximum Likelihood). Classification with training was carried out in the following software packages: ArcGIS 10.3, ENVI 5.3 and Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) module for QGIS 2.18.2. A large-scale map of reconstructed landscapes obtained in digital form is a necessary basic element for spatial modeling and further studies of the life support system and dynamics of the ancient population of the Andreevskoye Lake system and the adjacent territory of the Tura and Pyshma interfluvium. A detailed cartographic database contains detailed information on the relief, type of soil and vegetation for each elementary landscape allotment, which will continue to use the resulting map as a factual basis for the evaluation of the territory resource base of the ancient and the modern population. Creation of a cartographic database by means of geoinformation systems will further involve a variety of tools for modeling and spatial analysis to solve research (archaeological) problems.

**Key words:** reconstruction of the original landscapes, large-scale mapping, decoding, remote sensing, paleolandscapes, resource base, life support system.

DOI: 10.20874/2071-0437-2017-39-4-205-212

## REFERENCES

- Adaev V.N., 2007. *Traditsionnaya ekologicheskaya kul'tura nentsev i khantov* [Traditional ecological culture of Nenets and Khanty], Tiumen': Vektor-Buk, 240 p.
- D'iaconov K.N., Abramova T.A., 1998. Itogi paleolandshaftnykh issledovaniy v Tsentral'noi Meshchere [Results paleolandscape researches in the Central Meshchora]. *Izvestiya RGO*, vol. 130, no. 4, pp. 10–21.
- Elina G.A., Lukashov A.D., Tokarev P.N., 2005. *Kartografirovaniye rastitel'nosti i landshaftov na vremennykh srezakh golotsena taezhnoi zony Vostochnoi Fennoskandii* [Mapping of vegetation and landscapes on temporary cuts of the Holocene of a taiga zone of East Fennoscandia], St. Petersburg: Nauka, 112 p.
- Golovnev A.B., 1995. *Govoriashchie kul'tury: Kul'turnye traditsii obskikh ugrov i samodiitsev* [The speaking cultures: Cultural traditions of the Ob Ugr and Samoyeds], Ekaterinburg: UrO RAN, 600 p.
- Iurenkov G.I., 1997. *Vvedeniye v evoliutsionnoye landshaftovedeniye* [Introduction to evolutionary landscape studies], St. Petersburg: Obrazovanie, 283 p.
- Koroliuk A.Iu., Tishchenko M.P., 2014. Novaia assotsiatsiya nizinykh lugov Zapadnoi Sibiri — *Cirsio canis* — Calamagrostietum epigeii [New association of low-lying meadows of Western Siberia — *Cirsio canis* — Calamagrostietum epigeii]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*, Biologiya, no. 3 (27), pp. 84–100.
- Kosarev M.F., 1991. *Drevniaya istoriya Zapadnoi Sibiri: Chelovek i prirodnaia sreda* [Ancient History of Western Siberia: Man and the Environment], Moscow: Nauka, 298 p.
- Kozin V.V., Marshinin A.V., 2004. Tavdinsko-Pyshminskii podtaezhnyi landshaftnyi raion ozerno-alliuvial'nykh ravnin [Tavda and Pyshma subtaiga landscape district of lake and alluvial plains]. *Bol'shaia Tiimenskaya entsiklopediya*, vol. 3, Tiumen', p. 181.
- Kunitsa I.A., 1991. Paleogeograficheskie rekonstruktsii landshaftov golotsena [Paleogeographic reconstruction of Holocene landscapes]. *Istoricheskaya geografiya landshaftov: Teoreticheskie problemy i regional'nye issledovaniya: Tez. dokl. I Vsesoiuz. nauchno-prakt. konf.*, Petrozavodsk, pp. 132–133.
- Labutina I.A., 2004. *Deshifirovaniye aerokosmicheskikh snimkov* [Decoding Aerospace Imagery], Moscow: Aspekt Press, 184 p.
- Mil'kov F.N., 1970. *Landshaftnaya sfera Zemli* [Landscape sphere of Earth], Moscow: Mysl', 207 p.
- Nikolaev V.A., 1986. Printsip istorizma v sovremennom landshaftovedenii [Historicism principle in the modern landscape science]. *Vestnik MGU*, ser. 5, Geografiya, no. 2, pp. 10–16.
- Nizovtsev V.A., Marchenko N.A., 2004. Antropogennyy landshaftogenez — metody i rezul'taty issledovaniy [Experience of large-scale paleolandscape mapping]. *Funktsionirovaniye i sovremennoye sostoyaniye landshaftov*, Moscow: Gorodets, pp. 196–213.
- Nizovtsev V.A., 2016. Opyt krupnomasshtabnogo paleolandshaftnogo kartografirovaniya [Experience of large-scale paleolandscape mapping]. *Puti evoliutsionnoi geografii: Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii, posviashchennoi pamiati prof. A.A. Velichko (Moskva, 23–25 noiabria 2016 g.)*, Moscow: Institut geografii RAN, pp. 509–514.
- Ravikovich A.I., 1976. *Charlz Laiel'* [Charles Lyell], Moscow: Nauka, 200 p.
- Sizov O.S., Zimina O.Iu., 2012. Osobennosti sistema zhizneobespecheniya i prostranstvennogo razmeshcheniya poseleniy itkul'skoi kul'tury v Pritobole (VIII–VI vv. do n.e.) [Features of the life support system and the spatial location of the settlements of Itkul culture in the Tobol basin (VIII–VI centuries BC)]. *Vestnik arkhologii, antropologii i etnografii*, no. 4 (19), pp. 150–159.
- Solntsev N.A., 1960. O vzaimodeistvii zhivoi i mertvoi prirody [About interaction of the live and not live nature]. *Vestnik MGU*, ser. 5, Geografiya, no. 6, pp. 10–17.