

УДК 551.3:551.4:528

Пространственный анализ ландшафтных и мерзлотно-гидрогеологических особенностей Печорского артезианского бассейна с использованием дистанционных данных

Пижанкова Е.И.¹, Зайцев В.А.¹, Осадчая Г.Г.²

eipijankova@rambler.ru, v.zaitsev@mail.ru, galgriosa@yandex.ru

¹*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

²*Ухтинский государственный технический университет, Ухта, Россия*

При работах по гидрогеологическому картированию м-ба 1:1 000 000 Печорского артезианского бассейна впервые ставилась задача дешифрирования материалов аэрокосмической съемки как составной части этих работ. Дешифрирование проводилось с использованием дистанционной основы (ДО), изготовленной во ВСЕГЕИ в виде мозаики из фрагментов многоспектральных космических снимков Landsat5/TM и Landsat7/ETM+, созданных для каждого из 7 спектральных диапазонов. Для дешифрирования растительных сообществ наиболее предпочтительным оказался вариант синтеза 4, 5 и 3 каналов, который и использовался как основной. Важная информация была получена из цифровой модели рельефа (ЦМР), созданной во ВСЕГЕИ по данным ASTER, и применявшейся в цветном варианте. Для выявления особенностей мезорельефа поверхности в криолитозоне, изменений ландшафтов, произошедших с момента съемки, их антропогенной нарушенности и оценки дешифрируемости пирогенных сукцессий, использовались изображения веб-картографических сервисов: <http://maps.google.ru/>, <http://maps.yandex.ru/>, <http://www.kosmosnimki.ru/>, достаточно оперативно обновляющих мозаику из космоснимков высокого пространственного разрешения. Важным методическим приемом для выявления ландшафтных индикаторов гидрогеологических и геокриологических условий стала «привязка» имеющихся картографических материалов (в том числе из литературных источников) к дистанционной основе, осуществлявшаяся с помощью программы ScanEx Image Processor. Установление соответствия единиц картирования их изображению на дистанционных материалах наиболее точно осуществляется при оцифровке карт. Для этого использовалась ГИС-среда Mapinfo Professional, являвшаяся одновременно основным инструментом при контурном дешифрировании и построении схемы дешифрирования.

Ландшафтная дифференциация территории зависит от литогенной основы – состава и свойств поверхностных отложений, рельефа (региональный фактор) и природно-зональных особенностей.

До настоящего времени для Европейского Северо-Востока нет единого взгляда на генезис четвертичных отложений. Проведенные работы по дешифрированию материалов аэрокосмической съемки показали, что характерные формы рельефа (гряды конечных морен, ложбины стока талых ледниковых вод, лимнокамы и лимнокамовые террасы, камы и камовые поля, реже озы) говорят в пользу ледникового и озерно-ледникового их происхождения, поэтому при проведении анализа за основу принята эта точка зрения.

Для севера территории решалась задача геокриологического районирования на зональном уровне. На Европейском Северо-Востоке России зональность геокриологических условий тесно взаимосвязана с природной зональностью. Происходит увеличение суровости природных и геокриологических условий с юго-запада на северо-восток от северной тайги к тундре. Использование дистанционных данных для мелкомасштабного картирования позволяет объективизировать выделение геокриологических подзон, используя природную зональность, индицируемую распространением тех или иных растительных сообществ.

Соотношение суммарной площади участков с ММП и общей площади ландшафтов различных природных зон/подзон [1] позволяет доказательно утверждать, что на

Европейском Северо-Востоке геокриологические подзоны соответствуют природным: зона тундры – подзоне сплошного распространения ММП с площадью, занятой ММП до 90% в южной кустарниковой тундре и до 95% в типичной тундре, подзона северной лесотундры – подзоне прерывистого (50-90% ММП), южной лесотундры – массивно-островного (10-50% ММП), крайнесеверной тайги – островного (менее 10%) распространения ММП. Более дробное членение вряд ли имеет под собой реальную природную основу. Такой подход вполне логичен и реализуем при использовании дистанционных методов [2].

По КС Ландсат уверенно дешифрируются лесные сообщества, состоящие из темнохвойных пород, наиболее далеко проникающих в высокие широты. Сосняки сухих местообитаний также определяются достаточно достоверно. Такие насаждения, приуроченные в частности к озерно-ледниковым отложениям с лимнокамами, характерны для правобережья р. Печоры до широты устьевой части р. Щучьей и распространены на лимнокамах, сложенных песчаными отложениями. Севернее в подобных условиях произрастают лиственничники (район Нарьян-Мара), еще севернее – березовые криволесья. Такие участки с песчаным составом отложений свидетельствуют о более мягких мерзлотных условиях (мерзлые породы с глубоко залегающей кровлей) по сравнению с остальной территорией. Часто пески обнажены и на них развиваются процессы дефляции.

Анализ имеющихся материалов по геокриологическим условиям территории Печорского артезианского бассейна показал, что близ южной границы криолитозоны тот или иной характер распространения многолетнемерзлых пород (ММП) имеет литологическую обусловленность. Так, в таежной зоне ММП, залегающие с поверхности, приурочены исключительно к торфяным массивам. Залесенные участки, приуроченные в лесотундре к территориям распространения ледниковых отложений, свидетельствуют о наличии талых пород.

К северу все большие пространства занимают, болота, торфяники и тундровые сообщества, а ММП получают массивно-островное, а затем прерывистое распространение. Еще севернее литологический контроль сокращается и исчезает совсем в зоне сплошного развития ММП. Решающее значение в характеристике мерзлотных условий приобретает общее понижение температур воздуха и перераспределение снежного покрова вследствие метелевого переноса, что контролируется особенностями рельефа.

Важную часть работ представляло дешифрирование линеаментов. Наиболее значимые и протяженные линеаменты, выраженные в рельефе, а значит имеющие большую глубинность, наилучшим образом проявлены на ЦМР. В дальнейшем по дистанционной основе их положение уточнялось, выделялись менее протяженные линеаменты. Основное количество линеаментов приурочено к гидросети территории, поскольку она закладывается по наиболее ослабленным и трещиноватым зонам. Кроме того, они маркируются прямолинейными границами гидроморфных ландшафтов, а также линейно вытянутыми цепочками озер. Именно такие гидрогеологически значимые линеаменты были отражены на схеме линеаментов по результатам дешифрирования. Местоположение зафиксированных родников и наледей показывает их преимущественную приуроченность к долинной сети северо-западного и субширотного простирания. На севере более определена их связь с субширотными линеаментами, на юге – с диагональными. Весьма обширные наледные ландшафты в долинах левых притоков р. Индиги площадью от 0,8 до 17,5 км² зафиксированы на крайнем западе территории, в Притиманье в зоне прерывистого и массивно-островного распространения ММП.

Статистическая обработка количества линеаментов произведена с использованием модуля "Lineament Analyst" для программного комплекса ArcView. Построены роза-диаграмма количества линеаментов и схемы плотности линеаментов: общая, северо-западных, субмеридиональных и субширотных. Их анализ показал, что по количеству

линеаментов преобладают два направления: субмеридиональное и субширотное. Наибольшая плотность субмеридиональных линеаментов характерна для восточной приграничной части территории и долины р. Усы, повторяя северо-восточное простираание Урала. На северо-востоке территории это направление меняется на северо-западное, Пайхойское. В северной части бассейна повышенная плотность субмеридиональных линеаментов характерна для центральной части и также имеет северо-западное (Тиманское) простираание. Повышенные значения характерны для Колвинской низменности. Для субширотных линеаментов повышенная плотность характерна для северо-восточной части бассейна, а также западной и центральной, где поля повышенной плотности образуют дугу, окаймляющую р. Печору с запада и юга. Диагональные (северо-западного простираания) линеаменты, хотя количество их относительно невелико и они не дают таких ярко выраженных максимумов плотности, как субмеридиональные, контролируют разгрузку подземных вод, особенно в южной части территории. Несмотря на то, что информация о водопроявлениях территории не является исчерпывающей, тем не менее, статистический анализ линеаментной сети показал бóльшую раскрытость северо-западных и субширотных дизъюнктивов, что свидетельствует о влиянии новейшей тектоники Урала и Пай-Хоя на разгрузку подземных вод Печорского артезианского бассейна.

В результате выполненных работ: 1) выявлены ландшафтные индикаторы мерзлотно-гидрогеологических условий территории; 2) составлена карта (схема) дешифрирования материалов аэрокосмической съемки на территорию Печорского артезианского бассейна и прилегающих территорий на площадь 235,1 тыс. км²; 3) закартированы (с уточнением контуров) ландшафты, приуроченные к средне- и поздненеоплейстоценовым ледниковым, озерно-ледниковым, водно-ледниковым, озерно-морским отложениям, а также аллювиальные ландшафты надпойменных террас и поймы рек; 4) выделены ложбины стока талых ледниковых вод, контуры брошенных речных долин. На основании дешифрирования установлен факт повышенного речного стока в конце позднего неоплейстоцена, выразившийся в формировании крупных флювиальных форм уровня I-II надпойменных террас в таежной зоне и практическое отсутствие этих форм в тундре и северной лесотундре; 5) на ландшафтной основе с использованием природных закономерностей проведены границы геокриологических (природных) зон и подзон: сплошного распространения ММП (тундра), прерывистого (северная лесотундра), массивно-островного (южная лесотундра) и островного (крайнесеверная тайга); 6) установлена литологическая обусловленность распространения многолетнемерзлых пород близ южной границы криолитозоны; 7) составлена схема линеаментов по гидрологическим признакам и подтверждено влияние разломной тектоники на разгрузку подземных вод. Выявлены наледные ландшафты на северо-западе территории; 8) показана приуроченность болот, заболоченных земель и торфяников к верхне-неоплейстоценовым озерно-ледниковым и средне-неоплейстоценовым флювиогляциальным отложениям; 9) оконтурены площади вырубок, выявлена преимущественная приуроченность лесных пожаров к территориям развития песчаных отложений в лесной зоне в окрестностях населенных пунктов и промышленных предприятий по добыче полезных ископаемых.

Библиографические ссылки:

1. Осадчая Г. Г., Тумель Н. В. Локальные ландшафты как индикаторы геокриологической зональности (на примере Европейского Северо-Востока) // Криосфера Земли. – Том XVI. – № 3. – 2012. – С. 62-71.

2. Пижанкова Е.И., Осадчая Г.Г., Попова А.А. Дистанционные данные в картографировании распространения многолетнемерзлых пород севера Печорского артезианского бассейна. Материалы Всероссийской научной конференции «Международный год карт в России. Объединяя пространство и время». Москва, 25-28.10.2016. – 2016. – С. 229-230.

