

**А. В. ГАВРИЛОВ, К. А. КОНДРАТЬЕВА, М. В. ПИОТРОВСКИЙ**  
**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА**  
**ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**

Характер теплообмена в системе литосфера — атмосфера, а следовательно, формирование и развитие сезонно- и многолетнемерзлых пород определяются всем комплексом условий природной среды. Поэтому составлению геокриологической карты (по материалам соответствующей полевой съемки) должно предшествовать создание серии карт элементов природной обстановки: геологической (коренных и четвертичных отложений), геоморфологической и геоботанической. Среди них особое место занимает геоморфологическая карта.

Имеющиеся геоморфологические карты в случае необходимости дополняются информацией, способствующей геокриологическому картированию. В случае их отсутствия в процессе комплексной геокриологической съемки составляется специализированная геоморфологическая карта при обязательном использовании аэро- и космодатаснимков. На ее базе создаются геоботаническая карта, а затем карта ландшафтного микрорайонирования. В зависимости от масштаба исследований выделение растительных ассоциаций различного таксономического ранга производится с учетом макро-, мезо- и микроформ рельефа и связанных с ними особенностей рыхлых отложений и почвенного покрова.

Карта ландшафтного микрорайонирования в свою очередь при раскрытии мерзлотного содержания контуров и выявлении закономерностей формирования мерзлотных условий является основой мерзлотной карты. Таким образом, специализированная геоморфологическая карта является важнейшим исходным материалом для составления серии карт и в конечном итоге — мерзлотной карты. Наибольшее значение специализированная геоморфологическая карта имеет при мелкомасштабных (1 : 100 000—1 : 500 000) геокриологических съемках, когда исследованиями охватываются сравнительно большие площади, а специальные геокриологические наблюдения проводятся на небольших «ключевых» участках. В этом случае установленные на ключевых участках закономерности формирования мерзлотных условий распространяются на остальную территорию на основе геоморфологической карты и карты ландшафтного микрорайонирования.

Ниже мы кратко охарактеризуем требования, предъявляемые к геоморфологической карте, создаваемой для изучения геокриологических условий, и основные элементы ее содержания.

Специализированная геоморфологическая карта должна отражать морфологию, генезис, возраст рельефа и обязательно — весь комплекс мерзотно-геологических явлений и рельефообразующих процессов. Детальный показ морфологии рельефа необходим для оценки его роли в характере теплообмена на поверхности Земли. С абсолютной высотой и макроэкспозицией рельефа, его формами и их строением связана дифференциация радиационно-теплового баланса поверхности. Расчлененность рельефа существенно определяет величину поверхности охлаждения; рельеф влияет на особенности переноса тепла и влаги атмосферной циркуляцией, на перераспределение и таяние снега, сток и инфильтрацию осадков и развитие приземных инверсий температур воздуха, т. е. на ряд условий, формирующих температурный режим, сплошность распространения и мощность сезонномерзлых и многолетнемерзлых пород. В горных областях с рельефом тесно связано распределение коренных пород и рыхлого покрова, т. е. условия, определяющие характер тепло-

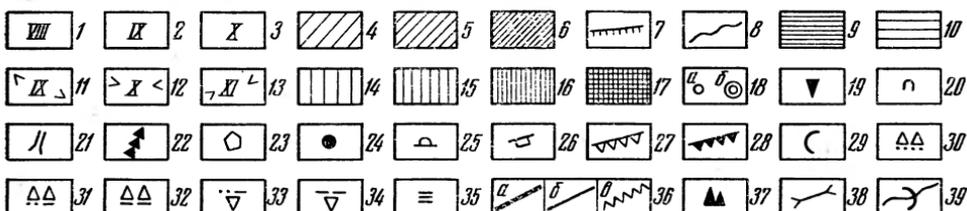
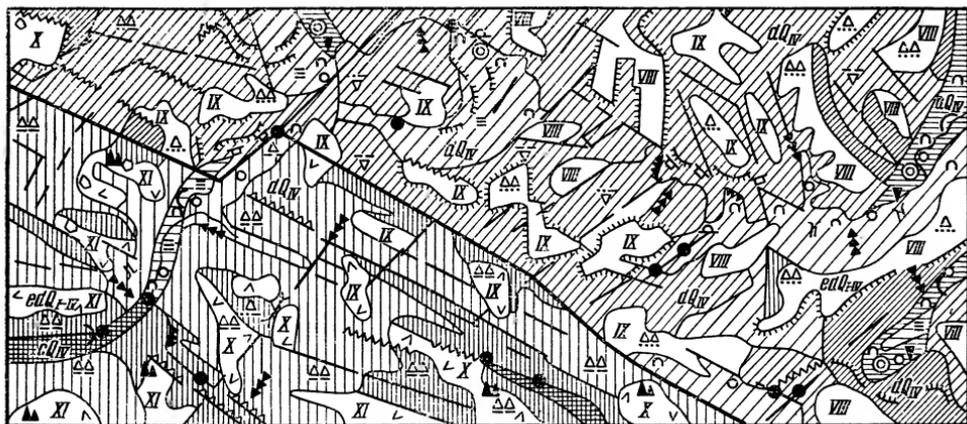
передачи в породах. Выявление разрывных нарушений важно для картирования трещинных вод, таликов, изучения изменчивости мерзлотных и инженерно-геологических условий. В равнинных районах с широким развитием неоген-четвертичных отложений геоморфологическая карта должна давать представление о высотном положении аккумулятивных уровней и элементов речных долин, о возрасте, генезисе и строении террас, о речных, озерных и морских береговых линиях и т. д.

Особое внимание при картировании должно быть уделено отражению генетических типов и возраста рыхлых осадков, их взаимоотношениям и связи с подстилающими породами.

Картирование генетически однородных поверхностей является важнейшей особенностью геоморфологических карт, так как позволяет выделить участки, районы, микрорайоны (в зависимости от масштаба съемки), отличающиеся однородностью радиационно-теплового режима поверхности, литолого-генетических и влажностных особенностей рыхлого покрова, сходством геоботанических условий и соответственно однородностью мерзлотных условий. Этот принцип картирования дает возможность качественно и количественно оценить в пределах каждого элемента рельефа влияние на температуру пород таких природных факторов, как снежный покров, экспозиция и крутизна склонов, литологические особенности пород и их влажность, заболоченность, инфильтрация поверхностных вод, т. е. установить зависимость распространения многолетнемерзлых и талых пород и их температурного режима как от каждого природного фактора в отдельности, так и от природных условий в целом. Кроме того, указанный подход к составлению карты дает возможность прогнозировать динамику мерзлотных условий при изменении различных факторов, в том числе и при искусственном изменении ландшафта (сведении леса, дренировании поверхности, распашке естественных угодий и др.).

Геоморфологические контуры на картах, как правило, полностью используются при комплексном мерзлотном картировании. Многие мерзлотные границы совпадают с границами геоморфологических контуров; в других случаях мерзлотные границы проходят внутри геоморфологических контуров вследствие различия поверхностных ландшафтных условий, или мерзлотные контуры объединяют несколько геоморфологических благодаря сходству геологических и ландшафтных условий. Но и в последнем случае геоморфологические контуры служат основой. Особенно близки границы геоморфологических и мерзлотных контуров на мелко- и среднемасштабных картах; при этом наиболее детально границы геоморфологических контуров совпадают с границами на картах типов сезонного промерзания и протаивания и мерзлотно-инженерно-геологических картах, несколько более обобщенно — на мерзлотно-гидрогеологических картах.

Важно показать на карте криогенные образования, связанные как со слоем сезонного протаивания и промерзания пород, так и с многолетнемерзлой толщей. Картируются они особенно детально, поскольку многие из этих образований характеризуют условия начала промерзания рыхлых кайнозойских пород и их дальнейшую динамику в различные периоды развития. Так, например, при показе повторно-жильных льдов отражается соотношение времени их формирования с временем накопления осадков (сингенетические и эпигенетические), характеризуются их размеры и размеры полигональной решетки; бугры лущения подразделяются на инъекционные и сегрегационные; термокарстовые и термокарстово-эрозионные формы рельефа выделяются в зависимости от возраста и направленности развития. Большое значение для изучения динамики мерзлых толщ имеют псевдоморфозы по вытаявшим повторно-жильным льдам и плоско-бугристые торфяники. Для изучения профиля наледных долин, особенностей формирования наледного аллювия и динамики та-



Макет специализированной геоморфологической карты

Геокриологическая характеристика морфоструктур и элементов рельефа (пункты 1—17 в таблице). Рельефообразующие мерзлотно-геологические процессы и явления: 18 — современные термокарстовые западины (а) и озера (б); 19 — участки развития современных сингенетических повторно-жильных льдов; 20 — кочкарники; 21 — делли; 22 — курумы и каменные россыпи; 23 — каменные котлы, кольца и многоугольники; 24 — наледи подмерзлотных вод; 25 — гидралакколиты за счет подмерзлотных вод; 26 — участки развития консеквентных оползней; 27 — обрывы скально-осыпные; 28 — подмываемые коренные берега рек; 29 — старицы. Состав рыхлых отложений: 30 — щебень, дресва с песчаным заполнителем; 31 — щебень, дресва с супесчаным заполнителем; 32 — щебень, дресва с суглинистым заполнителем; 33 — супесь со щебнем, дресвой; 34 — суглинки со щебнем, дресвой; 35 — оторфованные супеси, суглинки и торф. Прочие обозначения: 36 — рельефообразующие разрывные нарушения: а) установленные по геологическим данным; б) выделяемые только на основании дешифрирования аэроснимков; 37 — скальные останцы; 38 — седловины; 39 — крутые выпуклые перегибы продольного профиля долин

ликов в долинах показываются наледи и их соотношение с наледными полянами.

Принципы составления специализированных карт иллюстрируются макетом карты, построенной применительно к районам современной региональной денудации (рисунок). К карте прилагается объясняющая ее таблица, в которой также отражена связь геоморфологических и мерзлотных условий (таблица). В левой части таблицы характеризуются особенности геологического и геоморфологического строения территории, которые определяют условия теплообмена на поверхности и в толще пород. В правой части таблицы помещена информация о мерзлотных условиях. Здесь представлены результаты изучения закономерностей их формирования в зависимости от комплекса природных условий, свойственных тому или иному геоморфологическому элементу. Таблица показывает, что геокриологическая обстановка различна в пределах разных морфоструктур, а закономерности ее формирования во многом связаны с новейшей блоковой тектоникой, обусловившей современные гипсометрические и морфологические особенности территории, с составом коренных пород, определяющим литологии и влажность маломощного рыхлого чехла, и с разрывными нарушениями. Таким образом, тесная зависимость мерзлотных условий от геолого-геоморфологического строения определяет необходимость составления специализированных геоморфологических карт указанного типа.

Легенда специализированной геоморфологической карты может базироваться на генетической классификации элементарных форм, раз-

Пример использования специализированной геоморфологической карты для целей геокриологического картирования

№ п.п.	Морфоструктуры	Геолого-генетические комплексы рыхлых отложений				Геокриологические условия				среднегодовая температура пород, °С	глубина сезонного промерзания (числитель) и оттаивания (знаменатель), м	мощность многолетних замерзлых пород, м
		Элементы рельефа, абсолютные высоты (м) для водоразделов, крутизна, экспозиция—для склонов	генезис и возраст рыхлых пород	состав и мощность рыхлых пород и подстилающие породы	влажность рыхлых пород, %	распространение многолетних замерзлых пород, % от площади	тип протекстуры и льдистость (%) пород	рыхлых пород	коренных пород			
1		800—900(VIII)									3—5	—
2		Водоразделы плоские, пластово-ступенчатые	eQ <sub>1-IV</sub>	Щебень, дресва с песчаным заполнителем, 1—3 м, на песчанниках	5—10	до 10	—	—	0—+2	4—7 2—3	до 20	
3		1000—1100(X)									5—7 2—3	20—30
4	Плато на полого залегающих юрских породах	южн.		Оторфованные супесчано-суглинистые отложения с щебнем и дресвой, 3—5 м, на переслаивающихся песчанниках, алевролитах, аргиллитах	30—40	100	Сингенетический; слоистые, сетчатые; 20—40	Эпигенетический; трещинные, пластово-трещинные, в верхней 20-метровой зоне	-1÷-2	—	30—50	
5	Склоны юрско-пластово-ступенчатые	сев.	dQ <sub>IV</sub>	Супеси, суглинки с щебнем и дресвой, 2—4 м, на переслаивающихся песчанниках, алевролитах, аргиллитах	40—60	50	—	Сингенетический; корковые; 10—20	-1÷-3	0,7—1,0 — 0,4—0,6	30—60	
6		южн.		Щебень, дресва с супесчаным заполнителем, 2—3 м, на переслаивающихся песчанниках, алевролитах	15—25	100	Преимущественно сингенетический; корковые, полевые, 10—30	Преимущественно сингенетический; корковые, полевые, 5—10	0÷-1	3—4 1,5—2	до 20	
7		15—25°			10—20	75	—	—	0÷-1	4—5 1,5—2	20—40	
		южн.		Оторфованные суглинки, торф, 3—5 м, за счет слагающих нижнюю часть уступа углей и углистых аргиллитов	15—25	100	Сингенетический; слоистые, сетчатые; атакситовые 30—50	—	-1÷-3	—	40—70	
		сев.			30—40 и более	100	—	—	-0,2÷-0,5	—	до 20	
		южн.			40—60 и более	—	—	—	-1÷-2	0,7—1,0 —	до 20	
		сев.			и более	—	—	—	-1÷-2	0,4—0,6	30—50	

8	Низкая пойма			аQ <sub>IV</sub>	Галька, гравий, песок, 2—60 м (на участках углублений русла)	10—20	до 10	—	4—7	—
9	Днища долин рек*	Высокая пойма и I терраса		аQ <sub>III—IV</sub>	Оторфованные супеси и суглинки, 2—3 м, подстилаемые галечниками	30—50	100	Сингенетический, слоистые, сетчатые; 30—50	—	50—100 и более
10		II—IV террасы		аQ <sub>II—III</sub>	Оторфованные суглинки, 2—5 м, подстилаемые галечниками	30—60			—	
11		Плоские	900—1000 (IX)		Щебень, дресва с суглинистым заполнителем 1—2 м, гнейсы, граниты	10—20	50	—	4—5 2—3	до 20
12	Водоразделы	В виде округлых гряд с остродельными вершинами и гребнями	1000—1100 (X) 1400—1300 (XI)	еQ <sub>I—IV</sub>	Глыбы, щебень, дресва с незначительным количеством суглинистого заполнителя, 0,5—2 м, граниты, гнейсы	10—30	100	Сингенетический, корковые, поровые, базальтовые, 10—40	— 1—1,5	30—40
13									—	40—100
14			южн. сев.		Оторфованные суглинки с щебнем и дресвой 3—5 м, гнейсы, крист. сланцы, граниты	40—50 40—60	100	Сингенетический, слоистые, сетчатые, 30—50	— 0,6—0,9 — 0,4—0,6	40—60 80—100
15			южн. сев.	dQ <sub>IV</sub>	Щебень, дресва с суглинистым заполнителем, 2—4 м, граниты, гнейсы	20—40	75	Преимущественно сингенетический; корковые, поровые, 10—30	2—3 1—1,5 — 1—1,2	20—30 40—60
16	Склоны		южн. сев.		Глыбы, щебень, дресва с суглинистым заполнителем, 0,5—3 м и более, граниты, гнейсы, крист. сланцы	20—30	100	Сингенетический; корковые, поровые, базальтовые, 10—50	— 1—1,5 — 1—1,2	40—60 70—100
17			южн. сев.	cQ <sub>IV</sub>		20—40	100		— 1—1,5	70—100 100—150 и более

Эпигенетический; трещинные, в верхней 20-метровой зоне 5—10 \*

Мерзотно-геологические условия днищ долин рек в пределах плато и плоскогорья идентичны.

работанной Н. В. Башениной и др. (1977) для карт съемочных масштабов от 1:50 000 до 1:1 000 000. На них в качестве основных объектов картирования выступают морфоструктуры разного порядка, их части и формы экзогенного рельефа, неодинаково развивающиеся в пределах различных морфоструктур. Принцип генетической систематики элементов рельефа, положенный в основу составления карты, дает возможность проведения необходимой генерализации при переходе от крупных масштабов к более мелким. Легенда предусматривает изображение групп форм и элементов форм, созданных различными экзогенными процессами: флювиальными, гравитационными, ледниковыми, водно-ледниковыми, мерзлотными и др. Внутри этих групп формы рельефа, части форм и микроформы подразделяются в зависимости от специфических особенностей той или иной группы. Приемлема также легенда, разработанная В. В. Ермоловым (1958) для геоморфологических карт среднего масштаба применительно к северным районам СССР. Эта легенда, основанная на классификации генетически однородных поверхностей, достаточно генерализована и обеспечивает необходимую полноту изучения рельефа при мелкомасштабных мерзлотных исследованиях. Элементы рельефа, которые не могут быть выражены в масштабе, элементы тектоники и неотектоники показываются внемасштабными условными знаками.

Таким образом, составление специализированной геоморфологической карты является неотъемлемым элементом мерзлотных исследований и картирования. Специализация ее связана с характеристикой тех особенностей геоморфологического строения территории, которые определяют характер теплообмена верхней части литосферы с атмосферой.

При мерзлотной съемке и картировании геоморфологические карты используются двояко: сначала для ландшафтного микрорайонирования, являющегося одним из основных приемов при изучении закономерностей формирования мерзлотных условий, а затем для мерзлотного картирования, имеющего целью выделение участков с однородными мерзлотными условиями, закономерности формирования которых изучаются по специальной геокриологической методике на всех основных элементах рельефа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Башенина Н. В., Пиотровский М. В., Симонов Ю. Г., Леонтьев О. К., Тальская Н. Н., Рубина Е. А., Аристархова Л. Б., Орлова Н. И., Игонина С. А. Геоморфологическое картирование. М., «Высшая школа», 1977.
- Ермолов В. В. Вопросы составления геоморфологических карт при среднемасштабной комплексной геологической съемке северных районов. «Тр. Научн.-иссл. ин-та геологии Арктики», т. 83. Л., 1958.

Московский государственный  
университет  
Геологический факультет

Поступила в редакцию  
17.XI.1977

#### SPECIAL GEOMORPHIC MAP FOR GEOCRYOLOGICAL STUDIES

A. V. GAVRILOV, K. A. KONDRATYEVA, M. V. PIOTROVSKY

#### Summary

Geomorphic map importance during geocryological mapping depends on significance of relief and solid rocks in the heat exchange process at the Earth's surface. Therefore the special geomorphic maps must show hypsometry, morphology, relief's genesis and relief-forming processes and phenomena. At mountains the most important are morphostructures (blocks and arch-blocks), at plains — accumulative surfaces, as well as genesis, age and structure of loose Cenozoic deposits. Geocryological characteristics of the identified types of topographic elements are given on the basis of cryological conditions formation studies within each geomorphic element during the geocryological survey. \*