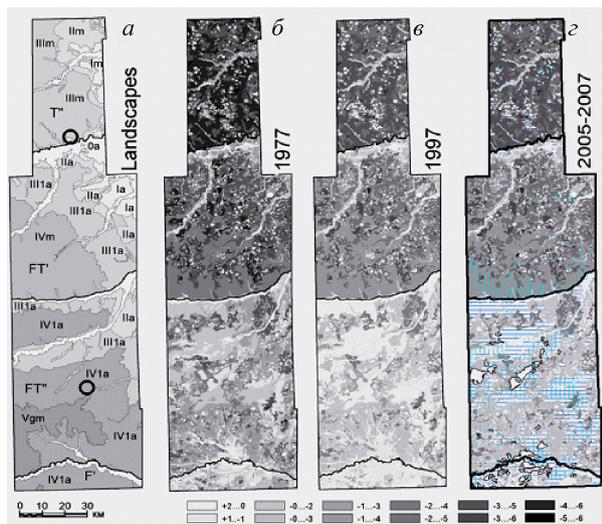


## Программа 7.10.2. Состояние, строение и изменения криосферы: криогенез и его воздействие на природные и техногенные геосистемы (координатор акад. В. П. Мельников)

Учеными Института криосферы Земли проведена оценка последствий потепления климата и техногенеза на динамику криолитозоны Западной Сибири и выявлен диапазон изменения температур грунтов за последние 30 лет. В южной лесотундре повышение темпера-

туры ММП составляет 0,6—2,1 °С. В северной лесотундре и южной тундре потепление несколько меньше — 0,1—1,6 °С. В высоких кустарниках, где в зимний период аккумулируется много снега, а в начале цикла наблюдения температура грунтов была близка к 0 °С, происходит деградация ММП, кровля мерзлоты обнаружена на глубине около 10 м. В лесных урочищах также происходит таяние ММП с поверхности. На тундровых урочищах и в болотах в середине 1990-х гг. потепление мерзлоты сменилось похолоданием. Наиболее значительное охлаждение грунтов фиксируется на различных торфяных и минеральных буграх. Период 2005—2008 гг. характеризуется общей для севера Западной Сибири тенденцией — незначительным увеличением температур грунтов, которые приближаются к максимуму температур конца 1990-х. Генеральный тренд среднегодовых температур горных пород в регионе окончательно не установился. Отмеченные природные тенденции и закономерности показаны на серии карт температуры ММП района Уренгойского НГКМ (рис. 40). Голубая штриховка на правой карте — это площади с опускающейся кровлей ММП в 2005—2007 гг.

Учеными того же Института экспериментально обнаружена *P—T*-область существования и роста метастабильных гидратов метана, не связанная с эффектом их консервации при

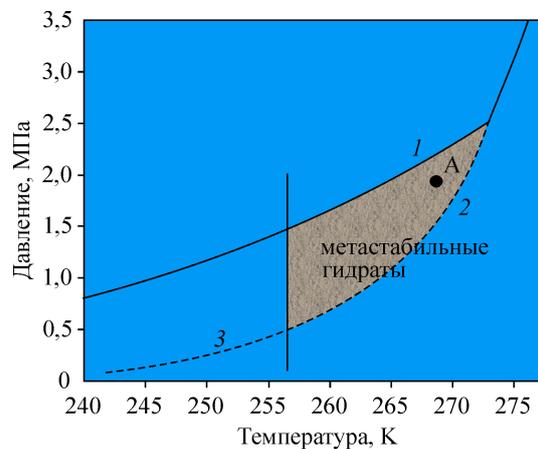


**Рис. 40.** Природная динамика температуры мерзлоты на территории Уренгойского месторождения (Западная Сибирь).

*a* — карта типов геосистем (ландшафтов); *б—г* — температура грунтов в разные годы: в 1977 (*б*), в 1997 (*в*), в 2005—2007 (*г*); голубая штриховка — площади с опускающейся кровлей мерзлоты.

отрицательных температурах (рис. 41). Эта область ограничена линиями равновесия лед—гидрат—газ, метастабильного равновесия переохлажденная вода—гидрат—газ и изотермой  $T = 253$  К. В ней стабильной фазой является лед, однако гидраты метана могут длительное время существовать здесь как метастабильная фаза без фиксируемых признаков диссоциации. В экспериментах метастабильное состояние гидратов сохранялось 2 недели (более длительные эксперименты не проводились). При понижении давления или нагреве гидраты разлагаются при пересечении линии метастабильного равновесия гидрат метана—переохлажденная вода—газ на переохлажденную воду и газ (рис. 42). Установлено, что это разложение носит обратимый характер. Важной особенностью диссоциации метастабильных гидратов является то, что при деградации мерзлоты метастабильные гидраты начинают диссоциировать и выделяется метан при температурах ниже температуры диссоциации реликтовых газовых гидратов. Данный факт ведет к переоценке масштабов (в сторону увеличения) влияния газовых гидратов на выделение парникового метана при деградации мерзлоты.

Учеными Института мерзлотоведения им. П. М. Мельникова изучены состояние и строение субаквальной криолитозоны в шельфовой зоне моря Лаптевых на участке активно отступающих берегов, сложенных ледовым комплексом (например, о. Муостах, Быковский п-ов, мысы Крестовский, Малый Чукочий, Мамонтов Клык). Установлено, что она обычно представлена реликтовыми континентальными мно-

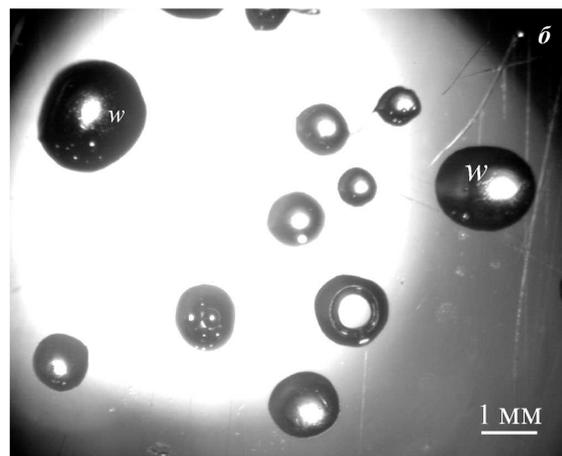
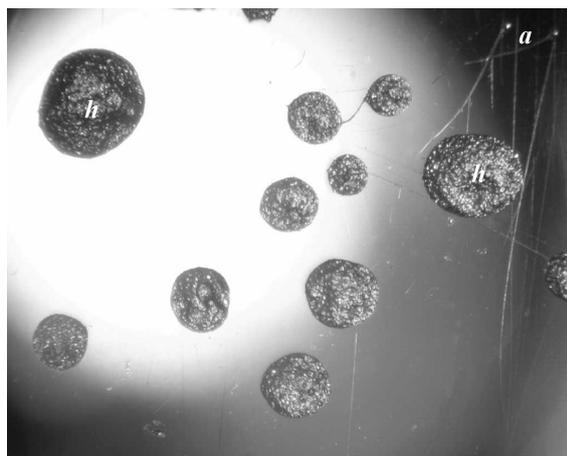


**Рис. 41.** Область, где наблюдается существование метастабильных гидратов метана.

1 — равновесие лед—гидрат—газ; 2 — метастабильное равновесие переохлажденная вода—гидрат—газ; 3 — изотерма  $T = 253$  К.

голетнемерзлыми плейстоценовыми отложениями (рис. 43).

В этом же Институте на базе сбора, анализа и систематизации данных регламентных термоизмерений, проводившихся в пределах территории г. Мирный, создан предварительный электронный макет мерзлотно-температурной карты города (рис. 44), отображающий распределение в грунтовых основаниях зданий и сооружений ряда параметров геокриологического разреза: глубины сезонных или многолетних таликов, степень их растепления, эквивалентные температуры в мерзлых интервалах разреза, температуры на забое скважин. В электронную память внесена также инфор-



**Рис. 42.** Диссоциация гидратов метана на линии метастабильного равновесия переохлажденная вода—гидрат—газ.  $T = 268$  К,  $P = 1,5$  МПа.

*a* — 0 мин. (начало диссоциации); *б* — через 10 мин. *h*, *w* — гидрат, вода.

мация о конструктивных особенностях отдельных зданий, схемы расположения инженерных коммуникаций, сети наблюдательных термо-

скважин, местоположение охлаждающих устройств и др.

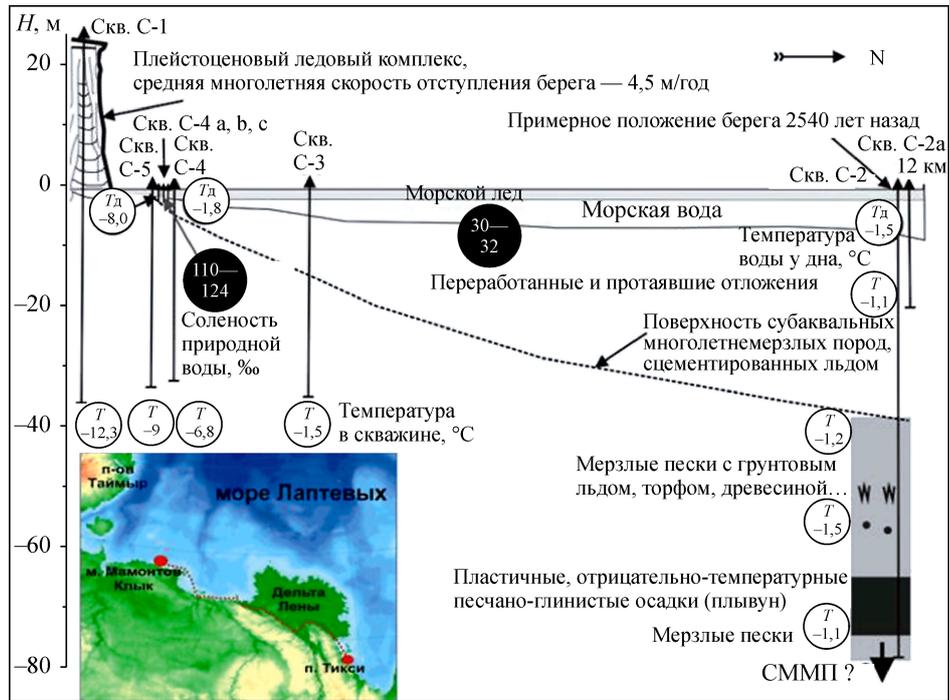


Рис. 43. Строение субкавальной криолитозоны в шельфовой зоне моря Лаптевых на участке активно отступающих берегов.

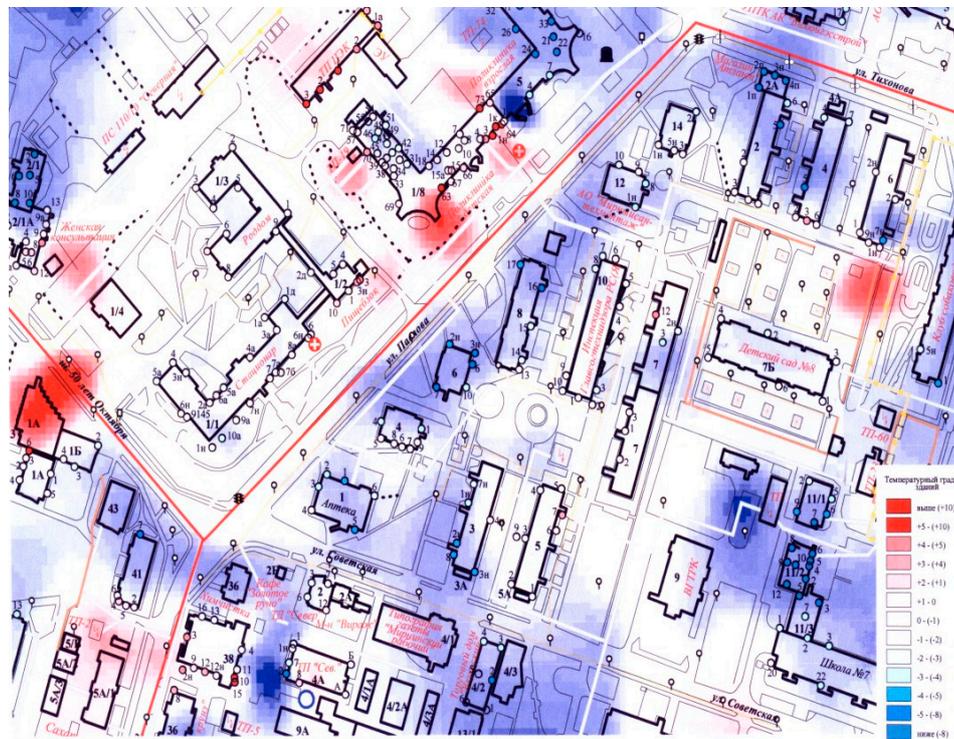


Рис. 44. Фрагмент макета мерзлотно-температурной карты г. Мирный.