
Приоритетное направление 7.12. ЭВОЛЮЦИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И КЛИМАТА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРАДИЦИОННЫХ И НОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ.

Программа VII.65.1. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И КЛИМАТА СИБИРИ В КАЙНОЗОЕ И ПРОГНОЗ ИХ ВЛИЯНИЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКО- И ГЕОСИСТЕМ

Проект VII.65.1.1. РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И КЛИМАТА В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ И СЕВЕРНОЙ МОНГОЛИИ В ПОЗДНЕМ КАЙНОЗОЕ: КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОТЛОЖЕНИЙ КРУПНЫХ И МАЛЫХ ОЗЕР И ТОРФЯНИКОВ

(научный руководитель проекта академик РАН М.И. Кузьмин)

- Один из важных моментов изучения климата и особенностей седиментации является точное определение возраста осадочных разрезов. В этом отношении важное значение имеют данные по возрасту 600-метровой скважины BDP-98.
- В 2010 году проведена проверка возрастных моделей разреза скважины BDP-98 с помощью выделения из записи биогенного кремнезема периодичностей, связанных с изменением инсоляции, вызванных периодическими изменениями наклона плоскости экватора к плоскости эклиптики, и прецессии земной оси. До глубины 460 м скважины возрастная модель, предложенная Horiuchi, по Be^{10} хорошо согласуется с выполненными расчетами. Однако возраст забоя скважины определен в 7,2 млн лет, что существенно отличается установленных ранее 8,4 млн лет.

На Рис. 32 показаны изменения скорости осадконакопления в скважине BDP-98 по предложенной новой возрастной модели. Наиболее высокая скорость отмечается на отрезке 450-600 м, т.е. в интервал времени, когда осадконакопление шло в условиях авандельты. При любых других возрастных моделях скорость в условиях палеодельты меньше, чем в условиях пелагического осадконакопления (300-450 м).

- Получены данные по распределению петрогенных и редких элементов в глубоководной скважине BDP-98. Средние содержания петрогенных элементов в верхней части керна (до 250 м) в теплые и холодные интервалы отличаются, но начиная с 300 метров, и в холодные, и в теплые периоды содержания близки к средним по составу в верхней части земной коры, т.е., когда отложение идет вблизи

дельты реки значительных различий в связи с климатическими условиями не наблюдается.

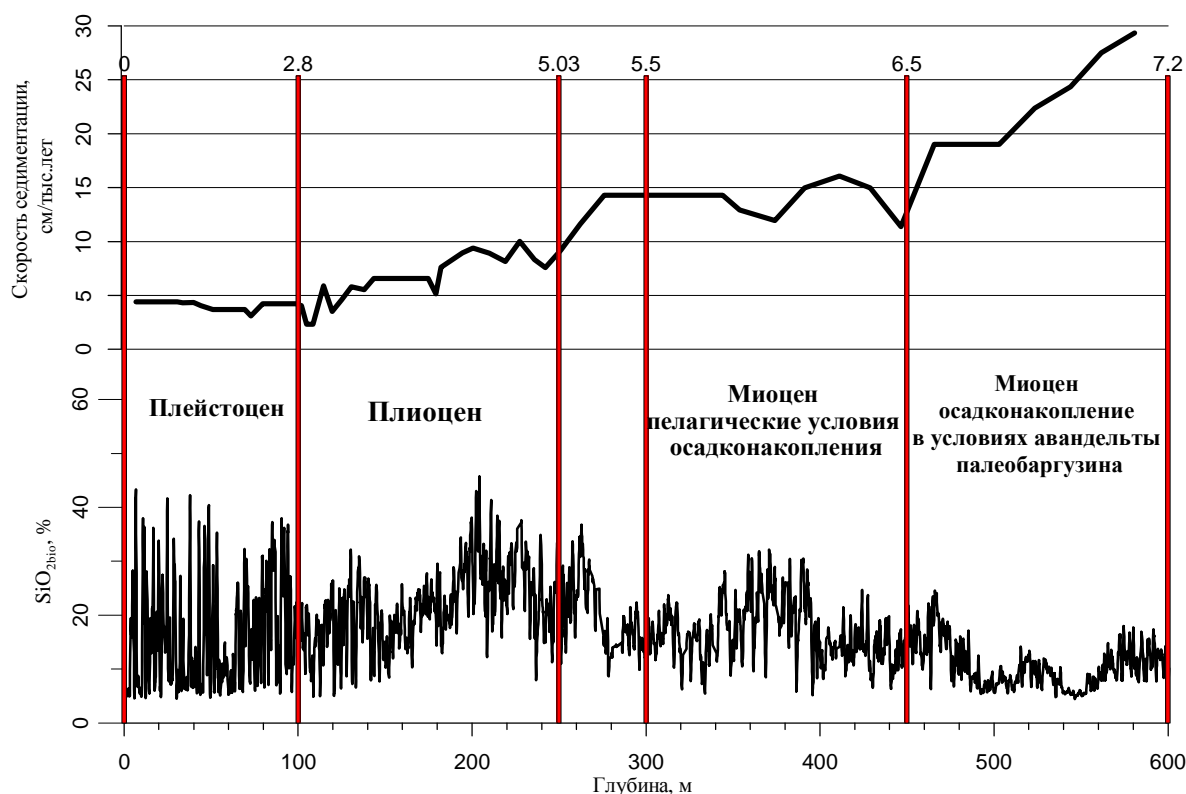


Рис. 32. Изменение скорости осадконакопления, в скважине BDP-98 по новой возрастной модели

Содержания не многих редких элементов отличаются от среднего их содержания в земной коре. Но эти отличия появляются в периоды, когда существуют ледники и когда ледников нет (т.е. до 2,8 млн лет и 2,8-5 млн лет).

Существенные различия в группировках элементов фиксируются на кластер диаграммах. В интервале возраста до 2,8 млн лет четко выделяется группа элементов, главным образом петрогенных, которые имеют сильные корреляционные связи в теплые периоды, в то время, как в холодные периоды, эти связи ослабевают.

- Важные результаты получены при изучении палинологии в осадочном разрезе озера Очки (Рис. 33):

- радиоуглеродного датирования донных отложений из озера Очки и торфяника с его побережья – возраст пробуренной в 2008 году толщи озерных отложений оказался более 15 тысяч лет, возраст толщи торфяных отложений – около 14 тысяч лет;

- пыльцевого анализа керн донных отложений из озера Очки и торфяника с его

побережья;

- пыльцевого анализа керна торфяных отложений из болотного массива с побережья оз. Очки;

- проведен сравнительный анализ этих датированных высокоразрешающих пыльцевых записей и получена картина динамики региональной (из озер) и локальной (из торфяника) растительности послеледниковой эпохи внутриконтинентального района Центральной Азии и голоцена;

- количественных реконструкций смены ландшафтов, климата и растительности для последних 15 000 лет с использованием метода лучших современных аналогов и биомного подхода.

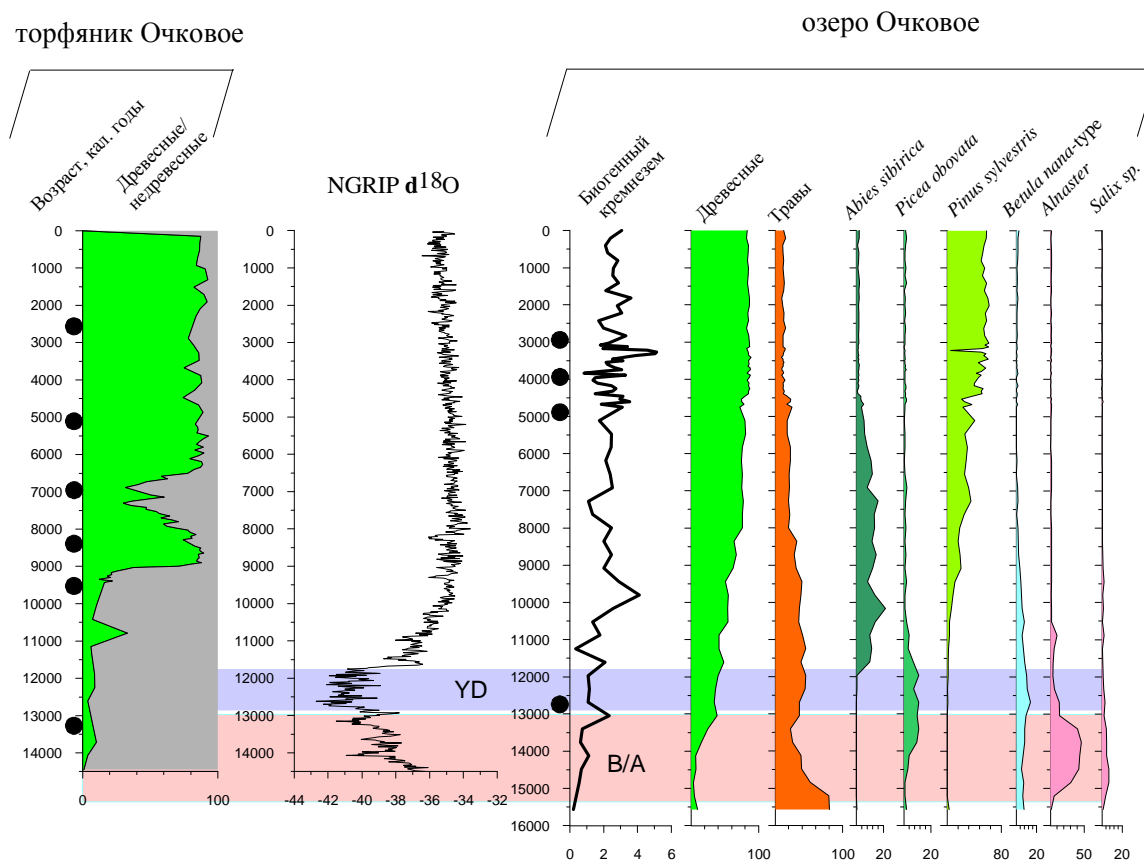


Рис. 33. Суммарная диаграмма изменения ландшафтов южного побережья оз. Байкал по данным палинологического анализа торфяника Очковое и изменения концентрации биогенного кремнезема в отложениях озера Очковое в сравнении с изменениями климата в шкале NGRIP $\delta^{18}\text{O}$ (Svensson et al., 2008).

На Рис. 33 видно, что интерстадиальное улучшение климата в Беллинге/Аллереде (B/A) способствовало преобладанию кустарниковой растительности ~ 15,5-13,0 тыс л.н. и началу расширения древесной растительности около 14,2 тыс л.н. Особенно хорошо это выразилось в господстве ольховниковых группировок из *Alnaster* –

индикаторов деградации многолетней мерзлоты. Стадиальное ухудшение климата в Позднем Дриасе (YD) привело к новой экспансии травянистой растительности и группировок из кустарниковых березок (*Betula nana*-type), означающих новый этап активизации многолетней мерзлоты.

Максимальные концентрации биогенного кремнезема в отложениях озера Очковое примерно 10-8 тыс л.н. удовлетворительно коррелируют с оптимальным временем для темнохвойных лесов из пихты (*Abies sibirica*), означающих период оптимума голоцена во всем Байкальском регионе.

- Получены результаты по осадочному разрезу озера Котокель, охватывающему интервал почти до 50 тыс лет (Рис. 34). Это время глубоких изменений природной среды соответствует части эпохи позднего палеолита и включает большую часть морской изотопно-кислородной стадии МИС3 и МИС2 - МИС1.

Наиболее значимые интерстадиалы имели место ~ 45-41 тыс л.н. и 34-32 тыс л.н. При этом, доминирующими типами растительности на протяжении изученной части МИС3 оставались тундровый и степной. Наступление холодного и сухого климата ледникового периода МИС2 привело к еще большему сокращению лесной растительности ~ 31-23 тыс л.н., с наиболее неблагоприятными для таежной растительности условиями ~ 28-23 тыс л.н. Рисунок демонстрирует направленное и устойчивое сокращение площадей лесной растительности с ~ 31-30 тыс л.н., их минимальные значения ~ 28-23 тыс л.н. и заметный, устойчивый тренд расширения лесной растительности после ~23 тыс л.н. В записи NGRIP $\delta^{18}\text{O}$ на протяжении МИС3-1 самый суровый интервал начинается после короткого интерстадиала GI-5 ~ 32 тыс. л.н. и завершается ~ 23,34 тыс. л.н. потеплением GI-2, прерываясь короткими потеплениями GI-4-3 ~ 28,9 тыс. л.н. и 27,78 тыс. л.н., соответственно. Реконструкция динамики растительных сообществ и климата за последние более, чем 47 тыс. лет, свидетельствует об относительно частой и быстрой (в масштабе геологического времени) смене природных условий в это время.

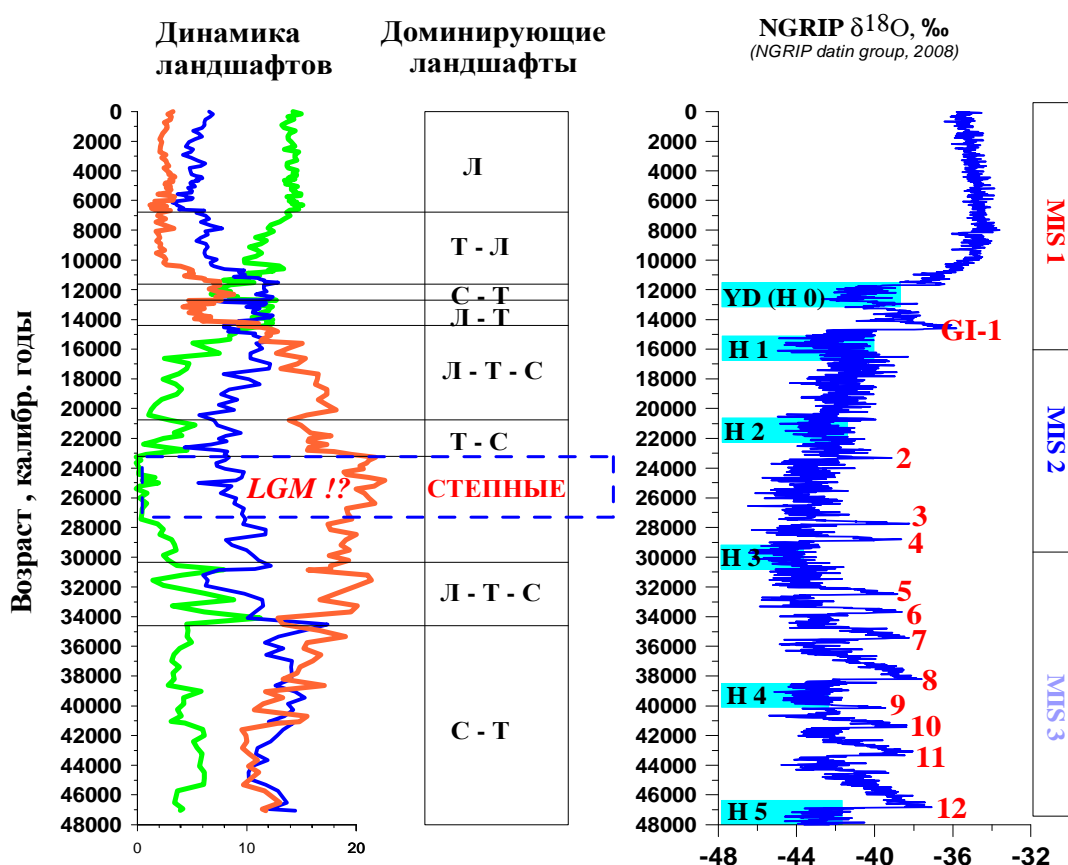


Рис. 34. Суммарный график динамики природной среды по осадочному разрезу озера Котокель. Типы растительности: Л – лесная, Т – тундровая, С – степная. GI-1-12 – интерстадиалы.

- В рамках исследования осадков больших и малых озер Сибири с целью изучения окружающей среды и климата впервые проведены исследования по возможности применения рентгено-флуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА-СИ). Результаты дали хорошую воспроизводимость и точность по отношению к стандартам ИГХ СО РАН (Табл. 6 – стандарт ГСО БИЛ-1). При исследовании осадков озера Хубсугул установлены большие различия ряда элементов в ледниковые и межледниковые периоды.

Таблица 6. Результаты анализа ГСО БИЛ-1

Элемент	$C_{ат}$	$C_{расч}$	δ	V
TiO ₂	0.69	0.694	0.6	0.8
K ₂ O	2.21	2.196	-0.6	0.9
CaO	1.85	1.857	0.4	0.8
MnO	0.40	0.401	0.3	0.8
Fe ₂ O ₃	7.02	7.025	0.07	0.7
Ni	0.0054	0.00536	-0.7	4.6

Zn	0.0096	0.0097	1	1.3
Cu	0.0052	0.0052	0.01	2
Ga	0.0016	0.00164	2.6	1.9
Rb	0.0093	0.00932	0.24	0.9
As	0.0018	0.00203	12.6	6.9
Y	0.0030	0.00305	1.8	1.4
Nb	0.0012	0.00121	0.6	1.1
V	0.011	0.0105	-4.2	5.7
Zr	0.0156	0.0156	0.02	0.7
Mo	0.00029	0.000291	0.2	2.8
Ge	0.00014	0.000126	-9.8	33.4
Cr	0.0066	0.0068	3.1	8.3
Sr	0.0266	0.02666	0.2	0.8

Примечание: $C_{ат}$ – аттестованное значение, $C_{расч}$ – полученное среднее значение, δ – относительная систематическая погрешность, V – коэффициент вариации

• В 2010 году проведено исследование углеводородных газов из осадков структур Санкт-Петербург и Посольская банка (Центральная котловина оз. Байкал). На основании полученных изотопных данных, установлено, что метан в структуре Санкт-Петербург имеет смешанный (термогенный + бактериальный) генезис (Рис. 35). На Посольской же банке, наряду с метаном смешанного генезиса, обнаружен также термогенный метан. Ранее термогенный метан был обнаружен лишь на подводном нефтегазопроявлении Горевой утес.

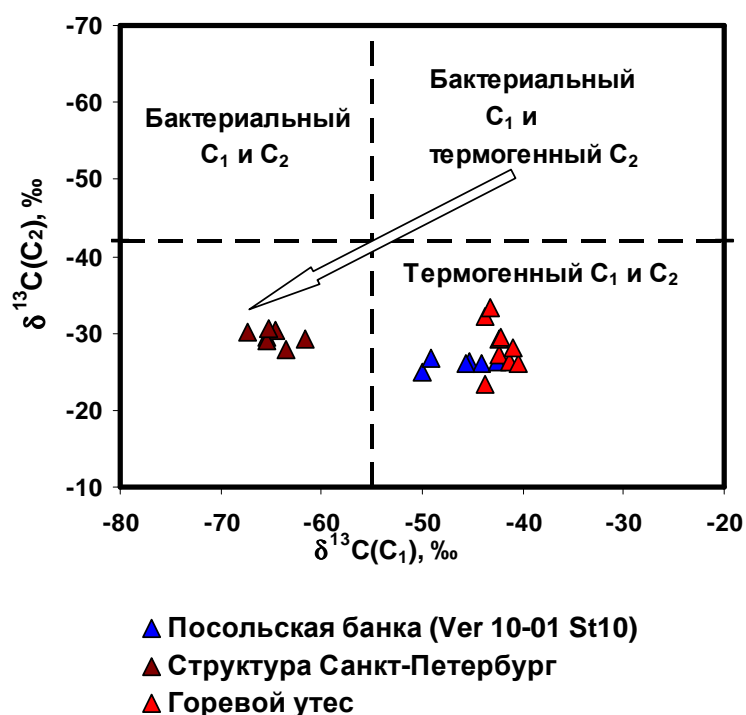


Рис.35. Изотопный состав метана в структурах Санкт-Петербург и Посольская банка.

- В 2010 году изучалось распределение стойких органических загрязнителей (СОЗ) в атмосферном воздухе и почвах на территории Сибири и Северной Монголии (Рис. 36).

Концентрации исследованных СОЗ в большинстве проб почв и в атмосферном воздухе Сибири и Монголии были ниже ПДК и ОДК полихлорированных бифенилов (ПХБ) и хлороорганических пестицидов (ХОП), принятых в России (Mamontova et al., 2009, 2010; Мамонтова и др., 2010). Распределение СОЗ в атмосферном воздухе в целом повторяет распределение в почвах на исследованных территориях. Полученные концентрации СОЗ в исследованных почвах Северной Монголии сравнимы с уровнями в почвах из фоновых районов мира, а в атмосферном воздухе находятся в пределах, обнаруженных в мире.

Величины суммы ПХБ в Сибири и Северной Монголии находятся в пределах, обнаруженных в результате GAPS study (Global Atmospheric Passive Sampling) (Pozo et al., 2006). Концентрации ПХБ на юге оз. Хубсугул в зимне-весенний период выше, полученных для пос. Ханх, расположенного на севере оз. Хубсугул, в весенне-летний период, что может быть следствием разных температурных условий во время пробоотбора. Гомологический состав ПХБ в почве около электростанции III в Улан-Баторе соответствует гомологическому составу в технической смеси ПХБ (Соволу или Арохлору 1254), а в остальных пробах изменен вследствие перераспределения конгенов ПХБ в окружающей среде (Рис. 36). Подобное изменение гомологического состава наблюдается и в почвах Иркутской области (Рис. 36). На территории г. Усоля-Сибирского расположено предприятие хлороорганического синтеза – источник атмосферных эмиссий ПХБ (Усоляхимпром), оказывающее влияние на загрязнение ПХБ прилегающих наземных экосистем (Mamontov et al., 2001; Мамонтова и др., 2009). Такое перераспределение соответствует процессам «глобального фракционирования» или «глобальной хроматографии» ПХБ (Wania, Mackay, 1993).

Концентрации СОЗ в атмосферном воздухе и в почвах исследованных районов Сибири и Северной Монголии определяются как локальными источниками (при

неадекватных условиях использования, хранения и утилизации устаревших трансформаторов и пестицидов), так и атмосферным трансграничным транспортом с территорий стран, где эти СОЗ используются (например, ДДТ в Индии, Китае).

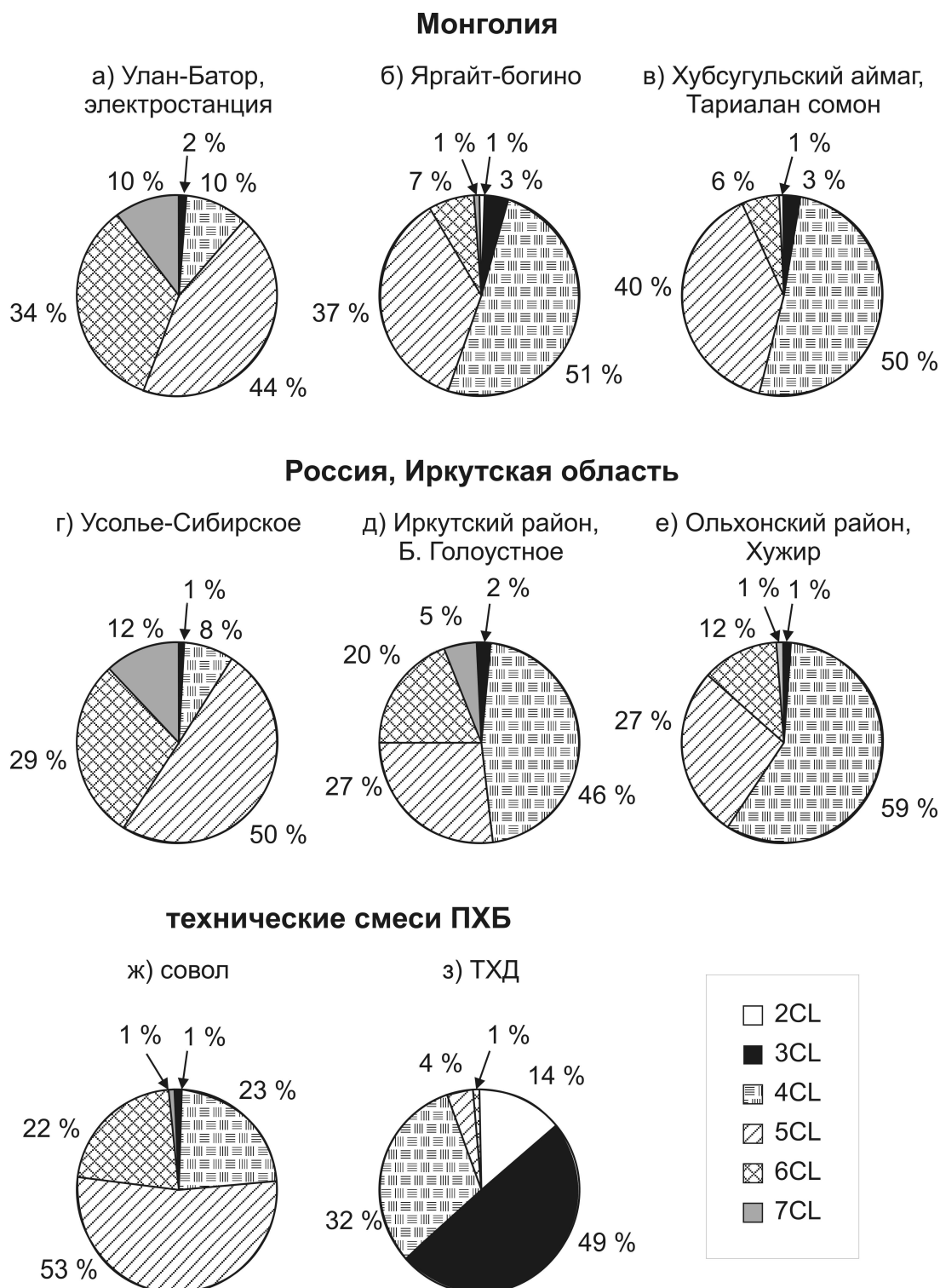


Рис. 36. Гомологический состав ПХБ в почвах Монголии (Улан-Батор, пригород, юг Хубсугула), России, Иркутской области (г. Усолье-Сибирское, пос. Б. Голоустное, пос. Хужир) (Мамонтова и др., 2010; Mamontova et al., 2010) и в технических смесях ПХБ, производившихся в бывшем СССР (совол и ТХД) (Ivanov, Sendell, 1991) (%).