

**В.А.СНЫТКО
Ю.М.СЕМЕНОВ
А.В.МАРТЫНОВ**



**ЛАНДШАФТНО-
ГЕОХИМИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ
ГЕОСИСТЕМ
КАТЭКА**

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ

В.А. СНЫТКО Ю.М. СЕМЕНОВ
А.В. МАРТЫНОВ

ЛАНДШАФТНО-
ГЕОХИМИЧЕСКИЙ
АНАЛИЗ
ГЕОСИСТЕМ
КАТЭКа

Ответственный редактор
чл.-кор. АН СССР В.В. Воробьев

4813

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1987



Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В.
Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭКа. -
Новосибирск: Наука, 1987.

В монографии рассматриваются ландшафтно-геохимические особенности территории первоочередного формирования Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса. Анализируются различные аспекты поведения вещества геосистем, находящихся под усиливающимся воздействием техногенного фактора. Показываются тенденции изменения природных образований, вызванные антропогенным влиянием, даются прогнозные оценки, намечаются пути оптимизации геосистем.

Книга рассчитана на географов, почвоведов, специалистов в области охраны природы.

Рецензенты Н.С. Беркин, Л.Н. Ивановский

ПРЕДИСЛОВИЕ

Программа комплексного освоения природных ресурсов и развития производительных сил Сибири – программа "Сибирь" – предусматривает в первую очередь решение вопросов рационализации природопользования, что осуществляется на примере крупных народнохозяйственных комплексов. Одним из них является Канско-Ачинский топливно-энергетический комплекс (КАТЭК).

Формирование КАТЭКа, которому в перспективе отведена роль главной топливной базы Сибири, повлечет существенные изменения природной среды района, однако их возможно не только предвидеть, но и ослабить их негативное воздействие на ландшафты. Некоторые исследования Института географии СО АН СССР посвящены разработке методов рационального природопользования с целью ограничения отрицательного влияния КАТЭКа на окружающую среду /Природа..., 1983/.

При ландшафтном подходе к рационализации природопользования изучаются механизм функционирования геосистем в естественных условиях и под влиянием техногенного воздействия, а также его направленное регулирование. Этому служит многосторонний учет всех процессов, совершающихся в геосистемах /Сочава, 1978/. Функционирование геосистем неразрывно связано с миграцией слагающего их вещества, оценка современной ландшафтно-геохимической ситуации района представляет важное звено в изучении спонтанного развития геосистем для организации рационального природопользования. Сказанное правомерно хотя бы потому, что распределение и превращение продуктов техногенеза определяются существующими ландшафтно-геохимическими условиями /Глазовская, 1972; Перельман, 1975/.

Работы в области геохимии ландшафта являются составной частью комплекса исследований природных условий зоны КАТЭКа. Ведется поиск минимизации отрицательных последствий создания топливно-энергетического комплекса через познание закономерностей природной и техногенной миграций вещества. На первом этапе работ удалось составить представление о ландшафтных условиях района, а также об основных закономерностях ландшафтно-геохимических процессов /Снытко и др., 1980/. Объединение геосистем Назаровской котловины по наиболее характерным ландшафтно-геохимическим барьерам позволило дать обобщенную оценку района. В результате районирования территории по условиям миграции вещества были выделены участки, сходные по дальности и интенсивности распространения вредных продуктов техногенеза, вероятности их растворения в природных водах и осаждения на геохимических барьерах, скорости химических преобразований в почвах и атмосфере.

Организованные в характерных местностях Назаровской котловины (района первоочередного формирования КАТЭКа) стационарные географические наблюдения в 1981-1984 гг. включали комплекс ландшафтно-геохимических работ. Цель последних заключалась в выявлении динамики вещества в геосистемах и тенденций его преобразования в природных и хозяйственно изменен-

ных условиях. Для этого были поставлены эксперименты в "Геосистемах - дублях". Специальные работы позволили раскрыть на конкретных территориях механизм переноса и накопления различных техногенных веществ, обнаружить и оценить ответные реакции на внешнее возмущение как отдельных компонентов, так и геосистем в целом.

Настоящая работа посвящена обобщению данных по ландшафтно-геохимической ситуации КАТЭКа, главное внимание в ней уделено анализу режимных наблюдений в опорных геосистемах, а также результатам специально поставленных экспериментов. Ставя и решая применительно к КАТЭКу ряд ландшафтно-геохимических задач, авторы руководствовались идеями учения о геосистемах В.Б. Сочавы /1978/, призванного способствовать сотворчеству человека с природой.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ
СОСТОЯНИЙ ГЕОСИСТЕМ

Среди комплексных характеристик природной среды важное значение имеют ландшафтно-геохимические /Глазовская, 1964; Перельман, 1975/, призванные определить закономерности дифференциации вещества и возможные пути его миграции в геосистемах. Исследование миграции вещества приобретает особую роль в преобразуемых геосистемах, где активно соприкасаются их природная и антропогенная составляющие. Поиск вариантов оптимизации воздействия общества на окружающую среду – одна из задач ландшафтно-геохимических работ. С этой целью необходимы детальное изучение поведения вещества в геосистемах различного динамического состояния и сравнительный анализ последних с техногеосистемами. Первая часть поставленной задачи решается в ходе экспериментальных работ на географических стационарах, вторая – с использованием сравнительного географического метода.

Многообразие природных условий земной поверхности в современном ландшафтоведении познается на основе изучения геосистем. Понятие о геосистемах как природных единствах разных уровней, впервые сформулированное В.Б. Сочавой /1963/, получило широкое распространение не только в СССР, но и за рубежом /Неф, 1968; Демек, 1977; Kakela, Christopherson, 1972; Haase, Richter, 1983/.

Геосистемы представляют объективную реальность: на земной поверхности природа образует закономерное взаимодействующее и взаимообусловленное единство реально существующих компонентов. В.Б. Сочава /1978/ определил геосистему как "земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом" (с. 292). Три организационных уровня геосистем – планетарный, региональный, топологический – признаны в современной физической географии /Сочава, 1967, 1970, 1978; Гаазе, 1971; Резолюция..., 1971; Исаченко, 1972, 1980а; Крауклис, 1979; Николаев, 1979; Геренчук и др., 1984; Neef, 1963, 1967; Schmithüsen, 1976; Mazur, 1983/. Ими определяется дифференцированный подход к окружающей природной среде.

Геосистемы планетарной размерности являются объектом изучения общего земледения /Калесник, 1955; Ермолаев, 1969; Рябчиков, 1972; Геренчук и др., 1984/. Региональные геосистемы – объекты физико-географического районирования /Михайлов, 1961а; Исаченко, 1965; Макунина, 1974; Николаев, 1979/. Ландшафты и элементарные геосистемы – традиционные объекты познания ландшафтоведения /Солнцев, 1949, 1962; Исаченко, 1965, 1980б/. Однако резких рубежей между указанными разделами физической географии не существует. Это ярко подчеркивается созданным В.Б. Сочавой /1978/ учением о геосистемах.

Особое значение имеют низшие природные образования – топогеосистемы, так как именно они отражают конкретную природную обстановку. Важны пред-

ставления о размерности геосистем /Сочава, 1974/, их массе, колеблющейся в довольно значительных пределах. Отдавая должное другим природным агентам в обособлении геосистем, пристального внимания заслуживает вещественная составляющая. Значение вещества в обособлении комплексных природных образований подчеркнул Б.Б. Полюнов /1956/. Разработанная им схема дифференциации вещества на земном пространстве в дальнейшем была детализирована М.А. Глазовской /1964/. Важно отметить, что каждая ступень геосистем имеет свои размеры и, соответственно, свою массу.

Предложенные В.Б. Сочавой /1972/ принципы классификации геосистем позволяют учесть и дискретность и континуальность географического пространства. Разнокачественность природных образований отражается в ряду геохор, гомогенность – в ряду геомеров. В основе классификационной системы лежит мельчайший гомогенный ареал – элементарный геомер, или биогеоценоз. Биогеоценозы, сходные по структуре и функциональным особенностям, объединяются в фации, а последние по принципу однородности обобщаются в таксоны более высокого ранга. Классификационный ряд геохор составляют таксоны геосистем, объединяемых по территориальной смежности и некоторой общности природных особенностей, начиная с элементарной геохоры – наименьшего сочетания элементарных геомеров, обеспечивающего функционирование и специфику каждого из них на общем физико-географическом фоне /Сочава, 1978/.

К геомерам топологического порядка относятся элементарный гомогенный ареал (элементарный геомер, биогеоценоз), фация, группа и класс фаций, переходным звеном к геомерам регионального порядка служит геом. Геохоры топологического порядка образуют следующий ряд: элементарный гетерогенный ареал (элементарная геохора), микрогеохора (урочище), мезогеохора (местность, группа урочищ), топогеохора (район), макрогеохора (округ, ландшафт); последняя является в то же время и единицей регионального порядка. В природе имеет место пространственная интеграция геосистем: каждая геохора включает несколько подчиненных ей геохор, а те, в свою очередь, "представлены множеством закономерно сочетающихся геомеров" /Там же, с. 97/. Вопрос о критериях интеграции и типизации геохор до сих пор остается открытым, и в качестве таковых обычно используются внешние физиономические признаки геосистем или их отдельных компонентов, таких, как рельеф или растительность. Сложность в разрешении этой задачи усугубляется еще и тем, что в природе нередки случаи, когда геохоры низшего порядка не имеют между собой видимой генетической связи.

Важная роль при интеграции и типизации геохор топологического ранга принадлежит установлению пространственно-функциональных взаимоотношений между геомерами и геохорами низшего порядка. Критерием интеграции и типизации может служить дифференциация вещества в геосистемах /Снытко, Семенов, 1979, 1980/ – одна из главнейших характеристик массы геосистем, которую В.Б. Сочава /1974/ считал важным параметром.

Необходимо подчеркнуть, что на основе анализа геохор представляется возможность глубже понять составляющие их геомеры. Интересно сопоставить геохоры по совокупности геомеров, выделить наиболее часто встречаемые геомеры в разных геохорах. Важно обнаружить в изучаемом районе геохоры с относительно простым строением. Все это позволяет подойти к решению вопроса оптимизации геосистем.

Практически в процессе полевых наблюдений создаются геомерные и геохорные модели. Их получение – одна из главных целей геосистемных исследований, в ходе которых познается структура изучаемых природных образований, являющихся не просто набором хаоса компонентов, а закономерными

саморегулируемыми природными системами. Ландшафтная карта должна постоянно сравниваться с картами компонентов геосистем. При одновременном составлении серии карт рубежи могут быть сопоставлены и, конечно, уточнены. Хотя подобные опыты и описаны в литературе /Видина, 1962; Фадеева, 1979/, общепринятых рекомендаций такого плана не получено.

Картографическая модель геосистем дает нам, с одной стороны, абстрактное представление о них, а с другой – отражает их действительное расположение в пространстве. Картографическим способом удается постичь структуру геосистем, выявить корреляционные связи между геосистемами, а также внутри них. Многое изображенное на карте может быть использовано для детальной характеристики геосистем, особенно это касается динамической сущности показанных категорий. Сопряженное картографирование геомеров и геохор с учетом динамического состояния геосистем – один из основных пунктов в программе ландшафтно-геохимических исследований.

При ландшафтно-геохимическом изучении главное внимание уделяется познанию динамики природных процессов. Это осуществляется на основе специальных наблюдений за рядом показателей, выбор которых в значительной мере диктуется и возможностями аналитической базы. В целом методика наблюдений за определенным показателем апробирована в ходе покомпонентных работ. В то же время не исключается введение некоторых модификаций методики, в большинстве случаев ускоряющих получение данных.

Постановка экспериментальных исследований требует определения динамических и статических показателей, выявления пространственной и временной изменчивости каждого из них.

Ландшафтно-геохимические исследования геосистем предполагают познание многих сторон миграционных процессов. Практически важно получить ответ, каковы особенности биогенной, физико-химической, механической миграций типоморфных химических элементов в геосистемах. Изучается вещественная составляющая основных компонентов, с тем чтобы определить важнейшие ландшафтно-геохимические показатели. Для познания главнейших особенностей миграции вещества в геосистемах должны быть выбраны опорные фации, наиболее приемлем бассейн, пересекающий однородные горные породы, что обуславливает относительную однородность физико-географических условий. При постановке наблюдений должен всемерно применяться метод сопряженного анализа, позволяющий учесть синхронность и синтопность /Полюнов, 1956/. Использовать метод сопряженного анализа возможно с учетом абсолютных запасов вещества, сосредоточенных в различных ярусах геосистем, а также при рассмотрении запасов вещества по его фазам.

Ландшафтно-геохимические показатели отражают сущность многообразных процессов, осуществляющих миграцию химических элементов. Они обычно характеризуют то количество химических элементов, которое в данном объеме геосистемы переходит из инертного в подвижное состояние. Сопоставление различных компонентов геосистем и вычисление ландшафтно-геохимических коэффициентов дают возможность проанализировать конкретные геосистемы.

В частности, для получения коэффициентов выноса и накопления сопоставляются запасы вещества в элювиальных и подчиненных фациях. В этом случае содержание его в автономной фации принимается за единицу и по отношению к нему вычисляются коэффициенты, конкретные значения которых отражают относительные вынос или накопление по ряду сопряжения. Вычисления производятся с учетом всей массы вещества, а также содержания конкретных химических элементов. Суммарные коэффициенты ряда элементов могут свидетельствовать о совокупном накоплении или выносе ассоциации химических элементов, а в целом и о возможных путях их миграции.

В результате специально поставленных экспериментов выявляются современные тенденции миграции химических элементов, устанавливаются места их аккумуляции и выноса. Подобные исследования в большинстве случаев подтверждают представления, которые складываются на основе тщательного изучения ландшафтно-геохимической обстановки определенных геосистем.

При выяснении конкретной природной ситуации составляются общая ландшафтно-геохимическая характеристика геосистем, детальный анализ материалов по отдельным компонентам с применением метода сопряженного анализа. Методика такого рода работ была предложена М.А. Глазовской /1964/ в отношении не только фаций, но и их сопряженных рядов. Встречающееся в окружающей среде многообразие природных ячеек было ею классифицировано, и в дальнейшем выделены различные категории элементарных ландшафтов (фаций) и местных ландшафтов. В целом эти две категории можно рассматривать и как пример геомеров (фации), и как пример геохор (местные ландшафты). Первые представляют гомогенные образования, а вторые – в значительной мере гетерогенные.

Отнесение геосистем к элювиальному ряду свидетельствует об относительной стабильности хода природных процессов, естественной их заторможенности, что, как правило, проявляется в геосистемах, пришедших в равновесное состояние с окружающей средой и являющихся поставщиками материала в смежные с ними геосистемы. Об автономности указанных местоположений говорят с большим допущением, так как представить в природной среде исключительную автономность практически невозможно. В целом же складывающиеся в элювиальных местоположениях ситуации можно принять за эталон и по отношению к нему делать различные сопоставления, что очень часто осуществляется в конкретных ландшафтно-геохимических исследованиях для сравнительных характеристик фаций.

Комплексное описание геосистем проводилось по методике М.А. Глазовской /1964/, морфологическое описание и диагностика почв – согласно "Классификации и диагностики почв СССР" /1977/ с использованием рекомендаций, изложенных в "Программе составления почвенной карты СССР масштаба 1:2 500 000" /1972/. Водно-физические свойства почв и грунтов исследовались в полевых условиях: водопроницаемость – методом трубок с переменным напором; различные категории почвенной влаги – весовым методом; влажность завядания растений (ВЗ) рассчитывалась по максимальной гигроскопической влажности /Вадюнина, Корчагина, 1973/. Гранулометрический состав определялся после растирания образца с пиррофосфатом натрия, относительная плотность – пикнометрически /Агрохимические..., 1975/. Установление группового и фракционного состава гумуса проводилось по схеме Тюрина в модификации В.В. Пономаревой и Т.А. Плотниковой /1968/, валового азота – по Кьельдалю с фотометрическим окончанием с реактивом Несслера, органического углерода – по Тюрину /Орлов, Гришина, 1981/. Обменные основания определялись вытеснением Са и Mg путем обработки навески почвы однонормальным раствором NaCl с добавлением 0,3 г Na_2CO_3 /Коваленко, Мартынов, 1983/. Анализ валового химического состава почв и пород, а также сокращенный анализ водной вытяжки и природных вод проводились по общепринятым методикам /Аринюшкина, 1970; Методы..., 1977/. Микроэлементный состав природных объектов был определен методом спектрального анализа.

При расчете запасов элементов в почвах учитывалась их плотность в метровой толще (с интервалом в 10 см). Для генетических горизонтов почв принималось средневзвешенное значение плотности согласно мощности слоя.

Внешним отражением выраженности ландшафтно-геохимических процессов

может быть местоположение геосистемы. Оно обуславливает проявление и ход ряда процессов. В первую очередь это сказывается на подчиненных геосистемах: трансэлювиальных и трансаккумулятивных. Характер передвижения вещества может проявиться и через своеобразные зоны, прослеживаемые особенно ярко на ландшафтно-геохимических барьерах. Ими могут быть как отдельные блоки геосистем, так и составляющие блоков, в частности почвенные горизонты. Свидетелем активности или заторможенности процессов являются разнообразные внутрипочвенные новообразования. Наличие или отсутствие последних довольно четко индицирует определенный тип геосистемы. Подобные подходы можно предложить и по отношению к более крупным подразделениям.

Наблюдения за динамикой почвенных растворов помогают разъяснению структуры геосистем. Обычно анализируются вещества, выявляемые водной вытяжкой, – водорастворимые соединения. Как известно, этот анализ относителен, более приемлемы наблюдения за почвенными растворами *in situ*, что пока осуществляется довольно редко и весьма трудоемко. Но почвенные вытяжки не потеряли своего значения для различных сопоставлений.

Ландшафтно-геохимический анализ геосистем, находящихся в условиях усиливающегося техногенеза, представляет собой необходимое звено в изучении развития геосистем и их производных антропогенных модификаций. Поскольку функционирование геосистем неразрывно связано с миграцией слагающего их вещества, распределение и разнообразие превращений продуктов техногенеза в различных геосистемах определяется существующей ландшафтно-геохимической ситуацией /Глазовская, 1972; Перельман, 1975; Техногенные потоки..., 1982/. Исследование динамики геохимических параметров, отражающей одну из сторон общей динамики природных геосистем и их антропогенных производных модификаций, позволяет прогнозировать ландшафтно-геохимическую ситуацию, которая может возникнуть при трансформации геосистем под влиянием техногенного пресса. При этом учитывается теория географического прогнозирования /Сочава, 1978/, опирающаяся на структурно-динамическую трактовку географических явлений и на функциональные модели геосистем.

Геосистемы условно естественных и антропогенно измененных состояний в разной степени будут реагировать на дальнейшее внешнее воздействие, так как первые развиваются под влиянием главным образом природных факторов, а вторые – под влиянием как природных, так и антропогенных факторов. Изменение состояний геосистем связано в первую очередь с их устойчивостью к воздействию техногенного фактора. Одним из показателей этой устойчивости служит интенсивность самоочищения геосистем, их способность к реутилизации техногенного вещества /Глазовская, 1982/. Поступление в геосистемы избыточного количества техногенного вещества вызывает значительные изменения ландшафтно-геохимической ситуации, а следовательно, и состояний геосистем.

Глава 2

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГЕОСИСТЕМ

ТЕРРИТОРИИ КАТЭКА

Богатейшие месторождения Канско-Ачинского угольного бассейна находятся в восточных районах Кемеровской области, центральных районах Красноярского края и западных районах Иркутской области. Территория КАТЭКА

включает окраинные части горных систем Кузнецкого Алатау и Восточного Саяна, межгорные и предгорные котловины (Назаровскую, Чебаково-Балахтинскую, Канско-Рыбинскую), подгорные возвышенные равнины (Мариинскую, Ачинско-Боготольскую, Тисульско-Итатскую и Красноярскую), Южно-Енисейский кряж, Кемчугское нагорье, юго-восток Западно-Сибирской равнины и юго-запад Приангарского плато.

Широкий спектр природных условий обуславливает сложную дифференциацию ландшафтной оболочки. Вместе с тем детальными ландшафтными исследованиями в этом огромном регионе проведено к настоящему времени явно недостаточно. Отсюда и ведут, с нашей точки зрения, свое происхождение многочисленные несоответствия и разногласия во взглядах разных авторов на физико-географическое районирование территории, главной особенностью которой является смещение и взаимопроникновение западносибирских лесостепных, среднесибирских таежных и южносибирских горно-котловинных геосистем.

По направленности потока миграции веществ исследуемые геосистемы принадлежат бассейну Северного Ледовитого океана. Общее направление поверхностного стока - с юга на север. Почти все исследователи единогласно выделяют три физико-географические области (или страны): Западная, Средняя и Южная Сибирь. Однако, если границей между Западной и Средней Сибирью большинство авторов считают Енисей, то относительно положения северной границы Южной Сибири общепризнанного мнения нет. Ряд физикогеографов проводят ее по подножиям северных склонов Кузнецкого Алатау, ю. Ар-га и Восточного Саяна /Лиханов, Хаустова, 1961; Михайлов, 1961б; Пармузин и др., 1961, 1964; Красноярский край..., 1962; Александровская и др., 1964; Лиханов, 1964; Рихтер, 1964; Физико-географическое..., 1968; и др./ В.Б. Сочава - от верховьев рек Кемчуга и Кети по северному краю подгорных равнин /Сочава, Ряшин, Белов, 1963; Сочава, Тимофеев, 1968; Сочава, 1980/. Аналогичного мнения придерживаются В.А. Ряшин, В.С. Михеев /1969/, относящие Канско-Рыбинскую котловину к Южно-Сибирской физико-географической области /Ландшафты..., 1976/, и авторы настоящей работы /Природа..., 1983; Снытко и др., 1984/.

Схемы физико-географического районирования территории КАТЭКа различаются между собой не только положением границ, но также набором и количеством таксонов. Так, высшей единицей районирования одни авторы считают физико-географическую страну /Михайлов, 1961б; Пармузин и др., 1961, 1964; Александровская и др., 1964; Лиханов, 1964; Рихтер, 1964; Физико-географическое..., 1968; Рихтер и др., 1975; и др./, другие - физико-географическую область /Ряшин, Михеев, 1969; Ландшафты..., 1977; Сочава, 1980; Природа..., 1983; Снытко и др., 1984; и др./ Наиболее сложная схема районирования предложена Ю.П. Пармузиным, М.В. Кирилловым, Ю.А. Щербаковым /1961/, включающая иерархию таксонов: физико-географическая страна - зона - провинция - подзона - округ. В отдельных случаях страна подразделяется на области /Александровская и др., 1964/. Многие авторы выделяют провинции внутри стран. Следует также отметить, что почти все схемы районирования не только относятся к территории КАТЭКа, но и охватывают более или, наоборот, менее обширные регионы. Все это побудило нас заняться разработкой схемы физико-географического районирования для целей прогнозирования развития геосистем в зоне воздействия объектов топливно-энергетического комплекса и планирования системы мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды. Основные этапы создания такой схемы отражены в ряде публикаций /Снытко и др., 1982, 1983, 1984; Природа..., 1983; Семенов, 1985/.

Схема физико-географического районирования территории КАТЭКа вклю-

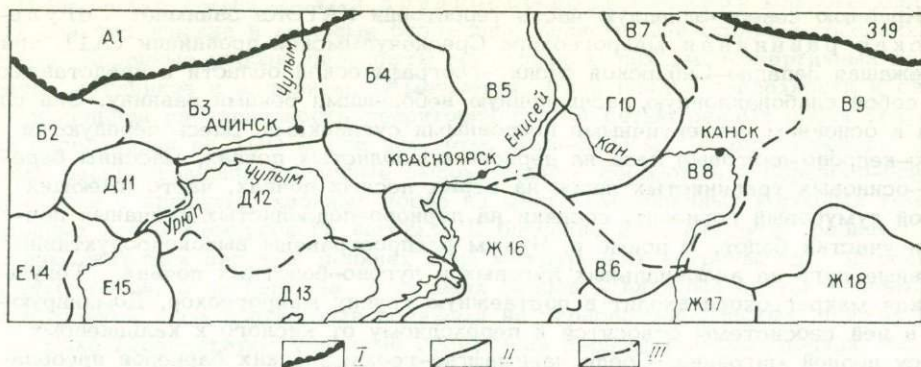


Рис. 1. Физико-географическое районирование территории КАТЭКа.

Макрогеохоры: Западно-Сибирской области Среднечулымской провинции (А): А1 – Тегульдетская равнинная; Южно-Сибирской области Ачинско-Мариинской провинции (Б): Б2 – Мариинская равнинная; Б3 – Ачинско-Боготольская предгорно-равнинная; Б4 – Кемчугская предгорно-возвышенная; Красноярско-Канской провинции (В): В5 – Красноярская предгорно-равнинная; В6 – Присяянская предгорно-возвышенная; В7 – Усольско-Тасеевская равнинно-холмистая; В8 – Канская предгорно-котловинная; В9 – Канско-Пойменная предгорно-возвышенная; провинции Южно-Енисейского края (Г): Г10 – Южно-Енисейская низкогорная; Верхнечулымской провинции (Д): Д11 – Тисульско-Итатская предгорно-равнинная; Д12 – Назаровская предгорно-котловинная; Д13 – Чулымо-Енисейская котловинная; Кузнецко-Алатауской провинции (Е): Е14 – Верхнекийская низкогорная; Е15 – Верхнеурюпская предгорно-возвышенная; Восточно-Саянской провинции (Ж): Ж16 – Манско-Енисейская низкогорная; Ж17 – Манско-Канская среднегорная; Ж18 – Тагуло-Туманшетская низкогорная; Средне-Сибирской области Нижнеангарской провинции (З): 319 – Бирюсинская равнинная. Границы: I – физико-географических областей; II – провинций; III – макрогеохор.

чают 19 макрогеохор, которые входят в состав восьми провинций, принадлежащих трем физико-географическим областям (рис. 1). Ниже приводится краткое описание выделенных макрогеохор. При его составлении использованы данные по геологии /Григорьев, 1968/, рельефу /Алтае-Саянская..., 1969; Зяткова, 1977/, почвам /Петров, 1952; Градобоев, 1954; Горбачев, 1967, 1978; Орловский, 1971; Трофимов, 1975; Почвы..., 1981/, растительности /Белов и др., 1973; Сочава, 1979/, общим природным условиям /Природные условия..., 1961; Природное районирование..., 1962; Пармузин, 1964; Сергеев, 1971/, а также материалы отраслевого и комплексного физико-географического районирования /Почвенно-географическое..., 1962; Физико-географическое..., 1968; и др./.

Основные ландшафтно-геохимические показатели приводятся для преобладающих геосистем, их содержание соответствует общепринятому /Глазовская, 1964; Перельман, 1975/. Под устойчивостью геосистем к техногенному воздействию понимается их способность поддерживать свое функционирование до определенных пределов хемогенных нагрузок и способность возвращаться к исходному состоянию после снятия этих нагрузок. Она обусловлена в первую очередь наличием мощных биогенного, гумусово-адсорбционного барьеров, интенсивностью миграции, буферной емкостью почв и характером дренирования.

Крайнюю северо-западную часть территории КАТЭКа занимает Тегульдская равнинная макрогеохора Среднечулымской провинции (А1), принадлежащая Западно-Сибирской физико-географической области и представляющая собой слабонаклонную, расчлененную небольшими реками равнину. Она сложена в основном четвертичными покровными суглинками. Здесь чередуются елово-кедрово-пихтовые леса на дерново-подзолистых почвах, массивы березово-осиновых травянистых лесов на серых лесных почвах, часто имеющих второй гумусовый горизонт, сосняки на дерново-подзолистых песчаных почвах и участки болот. В пойме р. Чулым распространены высокопродуктивные заливные луга на аллювиальных луговых и лугово-болотных почвах. Тегульдская макрогеохора входит в подтаежную группу макрогеохор. Доминирующие в ней геосистемы относятся к переходному от кислого к кальциевому классу водной миграции. Среди ландшафтно-геохимических барьеров преобладают биогенный и аллювиальный. Интенсивность водной миграции – средняя, контрастность автономных и подчиненных геосистем – высокая, устойчивость преобладающих геосистем к техногенному воздействию – средняя. Также широкое распространение получили геосистемы кислого класса водной миграции с интенсивным водообменом.

Основная часть территории КАТЭКа относится к Южно-Сибирской физико-географической области. В состав Ачинско-Мариинской провинции входят Мариинская равнинная, Ачинско-Боготольская и Кемчугская предгорно-равнинные макрогеохоры.

Мариинская равнинная макрогеохора (Б2) характеризуется холмисто-увалистым рельефом (абс. выс. 220–250 м), сложенным песчаниками и известняками юрского и мелового возраста, перекрытыми четвертичными суглинками и супесями элювиально-делювиального генезиса. В макрогеохоре преобладает лесостепная растительность. На северных склонах распространены березовые и березово-осиновые леса, в речных долинах – темнохвойная тайга, на междуречьях – луга и луговые степи. Почвенный покров представлен в основном темно-серыми и серыми лесными почвами и черноземами выщелоченными, встречаются лугово-черноземные, аллювиальные луговые, лугово-болотные и болотные почвы. Почти все участки с пахотно-пригодными почвами распаханы. Макрогеохора относится к группе лесостепных макрогеохор. Основная часть геосистем имеет переходный от кальциевого к кислому класс водной миграции. Среди барьеров преобладают биогенный и карбонатный. Интенсивность водной миграции средняя, контрастность автономных и подчиненных геосистем низкая, устойчивость к техногенному воздействию средняя. Среди степных участков выделяются геосистемы кальциевого класса водной миграции.

Ачинско-Боготольская предгорно-равнинная макрогеохора (Б3) характеризуется грядово-увалистым рельефом, сложенным преимущественно юрскими и меловыми рыхлыми песчаниками, известняками и аргиллитами с угленосными пластами. Четвертичные отложения представлены элювиально-делювиальными суглинками и супесями. В макрогеохоре распространены лесостепные и подтаежные сообщества – от луговых степей до смешанных хвойно-широколиственных лесов. Речные долины занимают темнохвойные леса из ели, пихты и кедра, песчаные террасы – сосняки зеленомошные, черничные и брусничные. В почвенном покрове преобладают серые лесные почвы, встречаются темно-серые лесные почвы и черноземы выщелоченные. Дерново-подзолистые почвы приурочены к песчаным террасам речных долин. Макрогеохора входит в группу подтаежных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры А1. Вместе с тем здесь широко распространены лесостепные геосистемы, среди геохимических барьеров важное место занимает карбонатный.

Поверхность Кемчугской предгорно-возвышенной макрогеохоры (Б4) слагают юрские и меловые отложения, аналогичные осадкам соседних районов. Коренные породы перекрыты маломощным чехлом четвертичных покровных суглинков и аллювием. Отмечаются обширные наклон поверхности к северу и сильная расчлененность территории густой сетью речных долин (глубина расчленения до 100 м при абс. отм. 300–350 м). В макрогеохоре широко распространены вторичные высокотравные березовые и березово-осиновые леса с примесью хвойных пород на месте вырубленных коренных темнохвойных лесов Кемчугского нагорья. В бассейне Бол. Кемчуга развиты массивы пихтовых лесов, в долинах и на междуречьях встречаются острова кедровых лесов, а на вершинах и склонах увалов – влажные пихтово-еловые крупнотравные леса с луговыми полянами на дерново-подзолистых почвах. На востоке господствуют травяные сосняки на дерновых лесных почвах. Макрогеохора относится к группе таежных темнохвойных макрогеохор. Здесь преобладают геосистемы кислого и кислого глеевого классов водной миграции. Основными ландшафтно-геохимическими барьерами являются биогенный и восстановительно-глеевый. Интенсивность водной миграции высокая, контрастность автономных и подчиненных топогеосистем высокая, устойчивость к техногенному воздействию слабая.

Красноярско-Канская провинция включает пять макрогеохор: Красноярскую предгорно-равнинную, Присаянскую предгорно-возвышенную, Усольско-Тасеевскую равнинно-холмистую, Канскую предгорно-котловинную и Канско-Пойменскую предгорно-возвышенную.

Красноярская предгорно-равнинная макрогеохора (Б5) представляет собой предгорную денудационную равнину, сложенную девонскими известняками, мергелями, песчаниками, алевролитами, аргиллитами, а также юрскими континентальными песчано-глинистыми отложениями, которые перекрыты маломощным плащом четвертичных отложений. Рельеф холмисто- и грядово-увалистый с уклоном к долине Енисея, абсолютные высоты изменяются в направлении к северо-востоку от 400–350 до 200–180 м. Междуречья занимают березовые и березово-осиновые высокотравные леса, склоны и расчлененные водоразделы – сосняки. В периферийных частях макрогеохоры распространены смешанные леса из сосны, лиственницы, березы, осины. Значительная часть площади занята луговыми и настоящими степями. Для северной части макрогеохоры характерны серые и светло-серые лесные почвы с признаками мерзлотного оглеения и вторым гумусовым горизонтом, для южной – темно-серые лесные почвы, черноземы выщелоченные и обыкновенные. Геосистемы значительно изменены антропогенным воздействием, естественные участки сохранились лишь по периферии макрогеохоры, которая отнесена к группе подтаежных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики доминирующих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры Б3. Вместе с тем в южной части значительные площади занимают геосистемы кальциевого класса водной миграции низкой интенсивности, но имеющие высокую степень устойчивости к воздействию техногенного фактора.

Присаянская предгорно-возвышенная макрогеохора (Б6) расположена в северо-восточных предгорьях Восточного Саяна, сложенных палеозойскими известняками, песчаниками, алевролитами, конгломератами и юрскими континентальными отложениями. Рельеф крупнохолмисто-увалистый, сильно расчлененный, абс. выс. 600–800 м. К возвышенным участкам приурочены сосновые леса на дерново-подзолистых почвах. Пониженные участки рельефа заняты лесостепной растительностью, луговые степи здесь чередуются с березово-сосновыми колками и осиново-березовыми массивами. В почвенном покрове преобладают темно-серые лесные почвы и выщелоченные чер-

ноземы. Макрогеохора относится к группе лесостепных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры Б2, отличаясь от них более высокой степенью контрастности автономных и подчиненных геосистем.

Территория Усольско-Тасеевской равнинно-холмистой макрогеохоры (В7) окаймляет Южно-Енисейский край с юга и востока. Рельеф южной и западной частей макрогеохоры высокохолмистый, сильно расчлененный, восточной и северной – равнинно-увалистый, сложен архейскими, протерозойскими, девонскими и юрскими породами, которые перекрыты элювиальными и делювиальными отложениями суглинистого и глинистого состава. В западной и южной частях территории распространены темнохвойные леса на дерново-подзолистых почвах, в восточной и северной – лиственнично-сосновые леса на серых лесных и дерново-подзолистых почвах. В понижениях рельефа развиты остепненные луга на темно-серых лесных почвах и черноземах выщелоченных. Макрогеохора относится к группе подтаежных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем в целом аналогичны таковым макрогеохоры А1, но здесь довольно широко распространены геосистемы кальциевого класса водной миграции.

Канская предгорно-котловинная макрогеохора (В8) приурочена к крупной предгорной тектонической депрессии, которая заполнена мощной толщей юрских озерно-болотных отложений, включающих угольные пласты. По периферии котловины преобладают девонские и нижнепермские песчаники.

Рельеф холмисто-увалистый, глубина расчленения в центральной части составляет менее 100 м, в периферийных частях достигает 200–250 м, абсолютные отметки повышаются соответственно от 200–300 до 500 м. В котловине четко выражена концентрическая зональность геосистем. На предгорных возвышенностях развиты парковые березовые, сосново-лиственничные и лиственничные высокотравные леса на серых лесных и дерново-подзолистых почвах. В днище котловины преобладают степные геосистемы с черноземами выщелоченными и обыкновенными. Степи сильно распаханы. Макрогеохора относится к группе степных макрогеохор. Здесь преобладают геосистемы кальциевого класса водной миграции. Основные ландшафтно-геохимические барьеры гумусово-адсорбционный и карбонатный, интенсивность водной миграции низкая, контрастность автономных и подчиненных топогеосистем низкая, устойчивость к воздействию антропогенного фактора также низкая.

Канско-Пойменная предгорно-возвышенная макрогеохора (В9), обрамляющая Канскую котловину с востока, сложена девонскими, карбоновыми и юрскими угленосными отложениями. Междуречные гряды, холмы и сопки чередуются с расчленяющими их речными долинами, логами и балками. Поверхность слабо наклонена к северу, высотные отметки снижаются в этом направлении от 500 до 400 м. В макрогеохоре преобладают сосновые леса на дерново-подзолистых почвах. По низким междуречьям и нижним частям склонов произрастают березовые леса на серых лесных почвах. К северным склонам часто приурочены лиственничные и кедровые леса, в бассейне р. Пойма встречаются массивы пихтовых и еловых лесов на дерново-подзолистых почвах. На территории макрогеохоры встречаются также участки разнотравно-злаковых и луговых степей с лугово-черноземными почвами и черноземами выщелоченными. Значительная часть территории распахана. Макрогеохора относится к группе подтаежных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры А1, но здесь также имеют место геосистемы кислого глеевого и кальциевого классов водной миграции.

Провинция Южно-Енисейского края представлена на территории КАТЭКа

Южно-Енисейской низкогорной макрогеохорой (Г10), которая разделяет Красноярскую и Канскую макрогеохоры. Ее поверхность сложена докембрийскими кристаллическими сланцами и гнейсами, пронизанными интрузиями гранитов и перекрытыми по окраинам палеозойскими и юрскими осадочными породами, и расчленена сетью глубоких речных долин на ряд изолированных невысоких гряд с куполообразными вершинами, достигающими 800-900 м. В макрогеохоре преобладают южно-таежные сосновые леса на дерновых неоподзоленных почвах. Юго-восточная окраина занята травяными лиственничными и вторичными березовыми лесами на дерново-подзолистых почвах. Почвы, как правило, маломощные и хрящеватые. Основная часть геосистем макрогеохоры, входящей в группу таежных светлохвойных макрогеохор, относится к кислому классу водной миграции. Преобладающими ландшафтно-геохимическими барьерами являются биогенный и иллювиальный, интенсивность водной миграции высокая, контрастность автономных и подчиненных топогеосистем средняя, устойчивость к воздействию техногенного фактора слабая.

Верхнечулымская провинция состоит из трех макрогеохор: Тисульско-Итатской предгорно-равнинной, Назаровской предгорно-котловинной и Чулымо-Енисейской котловинной.

Тисульско-Итатская предгорно-равнинная макрогеохора (Д11) занимает крайнюю западную часть Верхнечулымской провинции. Территория сложена в основном туфами, туфоконгломератами, аргиллитами, алевролитами и песчаниками с прослоями бурого угля, перекрытыми четвертичными элювиально-делювиальными отложениями. Рельеф северной части макрогеохоры волнистый, куэстово-грядовый и низкогорный, южной - волнистый. На севере макрогеохоры преобладают лесостепные и подтаежные растительные сообщества, в центральной части - подгорная светлохвойная тайга, в южной - лесостепные и степные фитоценозы. В долине Чулыма наибольшее развитие получили луга. В почвенном покрове преобладают серые и темно-серые лесные почвы, выщелоченные черноземы, дерново-подзолистые и дерновые лесные почвы. Макрогеохора относится к группе лесостепных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики доминирующих геосистем аналогичны такому макрогеохоры Б2, но здесь шире распространены геосистемы кальциевого класса.

Назаровская предгорно-котловинная макрогеохора (Д12) - территория первоочередного формирования КАТЭКа - включает Назаровскую впадину и низкогорные хребты Арга и Солгон. Впадина сложена юрскими конгломератами, песчаниками, алевролитами, аргиллитами с угольными пластами, которые перекрыты четвертичными элювиально-делювиальными суглинками, глинами, супесями и песками. Рельеф ее в основном слабо всхолмлен, расчленен овражно-балочной сетью. Для западной и южной частей характерны холмистые поднятия, мелкосопочник и куэсты, а для восточной - холмисто-грядовый рельеф. Преобладающая высота днища впадины 250-400 м. Хребет Арга сложен меловыми и юрскими аргиллитами, алевролитами, песчаниками, каолинитизированными песками и брекчиями. Средние высоты составляют 300-350 м, а максимальные превышают 500 м. Поверхность хр. Солгон платообразная, расчленена долинами рек. Хребет сложен кристаллическими сланцами, эффузивами, известняками, доломитами и песчаниками нижнего девона. Абсолютные высоты достигают 870 м.

Среди древесной растительности впадины доминируют березовые колки, в качестве примеси выступает осина. Из степных ценозов преобладают южные, обыкновенные и луговые степи. Почвенный покров представлен черноземами выщелоченными и обыкновенными, темно-серыми и серыми лесными почвами. По долинам рек распространены аллювиальные луговые и лугово-

болотные почвы. Лесная растительность хр. Арга в значительной мере вырублена и уничтожена пожарами. К настоящему времени сохранились участки сосновых, березовых и березово-осиновых лесов. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые, дерновые лесные и светло-серые лесные почвы. Значительная часть территории хр. Солгон также покрыта вторичными березовыми и осиновыми лесами на месте бывшей лиственничной и елово-пихтовой тайги, хвойные леса верхней части хребта состоят из сосны, лиственницы, пихты, ели и кедра. В почвенном покрове развиты преимущественно дерново-подзолистые глееватые, дерновые лесные и серые лесные почвы.

Эта макрогеохора – единственный представитель группы таежно-степных макрогеохор на территории КАТЭКа. Здесь преобладают геосистемы кальциевого (во впадине) и кислого глеевого (в горном обрамлении) классов водной миграции. Основными ландшафтно-геохимическими барьерами являются биогенный и карбонатный, интенсивность водной миграции в целом для макрогеохоры средняя, контрастность автономных и подчиненных геосистем высокая, устойчивость к техногенному воздействию средняя.

Чулым-Енисейская котловинная макрогеохора (D13) расположена к югу от Назаровской. Ее поверхность сложена песчаниками, сланцами, мергелями и конгломератами среднего и верхнего палеозоя, перекрытыми четвертичными глинами, суглинками и песками. Рельеф холмисто-увалистый и увалистый с характерными высотами 350–400 м. В северной части макрогеохоры на водоразделах и северных склонах холмов произрастают редкие березовые леса. Большое распространение имеют злаково-разнотравные, овсецово-ковыльные и полынно-ковыльные растительные группировки. Почвенный покров лесных участков представлен темно-серыми лесными почвами, степных – черноземами южными, обыкновенными и выщелоченными. По понижениям встречаются солонцы и солончаки. Макрогеохора относится к группе степных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры B8. Кроме того, здесь часто встречаются геосистемы натриевого и натриево-кальциевого классов водной миграции, где преобладают испарительный и щелочной барьеры.

В Кузнецко-Алатаускую провинцию, занимающую крайний юго-запад территории КАТЭКа, входят две макрогеохоры: Верхнекийская низкогорная и Верхнеурюпская предгорно-возвышенная.

Верхнекийская низкогорная макрогеохора (E14) состоит из системы низко- и среднегорных массивов, расчлененных долинами рек. Ее поверхность сложена кварзитами, известняками, сланцами, туфами протерозоя и нижнего палеозоя, прорванными интрузиями гранитов и порфиритов (абс. выс. 1200–1400 м). В северной части макрогеохоры преобладают черневая тайга и вторичные осиново-березовые леса на дерново-подзолистых глееватых и светло-серых лесных и дерновых лесных глееватых почвах, к югу они сменяются темнохвойной тайгой из пихты, ели и кедра на дерново-подзолистых и горно-подзолистых гумусово- и железисто-иллювиальных почвах. Макрогеохора относится к группе таежных темнохвойных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем в целом аналогичны таковым макрогеохоры B4, но здесь ведущая роль принадлежит геосистемам кислого глеевого класса водной миграции.

Верхнеурюпская предгорно-возвышенная макрогеохора (E15) представляет собой сильно расчлененные северо-восточные предгорья Кузнецкого Алатау, сложенные нижнепалеозойскими известняками, кварзитами, кремнистыми и глинистыми сланцами и изверженными породами (абс. выс. 250–600 м). Склоны предгорий заняты лиственничниками с густым кустарниковым ярусом и пышным травяным покровом на дерновых лесных и светло-се-

рых лесных почвах. Выше 700 м развита черневая и темнохвойная тайга на дерновых лесных, дерново-карбонатных и дерново-подзолистых глееватых почвах. Макрогеохора относится к группе таежных темнохвойных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем в целом аналогичны таковым макрогеохоры Е14, однако здесь часто встречаются геосистемы кальциевого класса водной миграции с карбонатным геохимическим барьером.

Восточно-Саянская провинция, занимающая юг и юго-восток территории КАТЭКа, состоит из трех макрогеохор: Манско-Енисейской низкогорной, Манско-Канской среднегорной и Тагуло-Туманшетской низкогорной.

Манско-Енисейская низкогорная макрогеохора (Ж16) расположена в северо-западной части Восточного Саяна, сложенной докембрийскими и нижнепалеозойскими метаморфическими и магматическими породами. В рельефе отмечается чередование коротких хребтов, высоких холмов и сопок с глубокими долинами. Глубина расчленения поверхности достигает 400-500 м, а наибольшие высоты - 900 м. В макрогеохоре доминируют темнохвойные леса с примесью светлохвойных высокотравных на дерново-подзолистых почвах. Ниже 700-метрового высотного уровня распространены сосновые, сосново-лиственничные, лиственничные и березово-травяные леса на серых и светло-серых лесных почвах. Значительные площади занимают березово-осиновые вторичные леса на месте бывших сосново-лиственничных. На крутых южных склонах, сложенных карбонатными породами, встречаются участки каменных степей с черноземами слабозрелыми. Макрогеохора относится к группе таежных темнохвойных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры Б4. Геосистемы кислого глеевого класса водной миграции распространены здесь менее широко, для крутых южных склонов характерны геосистемы кальциевого класса.

Манско-Канская среднегорная макрогеохора (Ж17) сложена докембрийскими и кембрийскими гранитоидами, метаморфизованными и эффузивными породами. Абсолютные высоты возрастают с севера на юг от 600-700 до 1400 м. Рельеф поверхности формируют хребты, гряды и холмы, чередующиеся с глубокими долинами рек и логами. В северных предгорьях развиты сосново-лиственничные и вторичные березово-осиновые леса на дерновых лесных и дерново-подзолистых почвах. С высотой увеличивается доля темнохвойных пород. В пределах 1200-1300 м распространены кедрово-лиственничные леса на горно-таежных перегнойных, дерновых лесных и дерново-подзолистых глееватых почвах. Макрогеохора относится к группе таежных темнохвойных макрогеохор. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры Б4. От макрогеохоры Ж16 она отличается отсутствием геосистем кальциевого класса.

Тагуло-Туманшетская низкогорная макрогеохора (Ж18) сложена карбонатно-сланцевыми породами протерозоя, интрузиями гранитов, диоритов и пегматитов. Поверхность рельефа, представляющего сочетание коротких междуречных гряд, холмов и сопок, расчленена небольшими речными долинами, балками, логами, характеризуется абсолютными высотами 500-600 м на севере, 1100-1200 на юге. На нижних уровнях рельефа распространены сосновые и березовые травяные леса, на более высоких они сменяются лиственничными и кедровыми лесами. Для макрогеохоры обычны плоские водоразделы с черневой тайгой. В почвенном покрове преобладают дерново-подзолистые почвы. Леса значительно вырублены и повреждены пожарами, поэтому встречается много редколесий и луговых участков на месте бывших темнохвойных лесов. Макрогеохора относится к группе таежных темнохвойных мак-



4813

рогоехор. Ландшафтно-геохимические характеристики доминирующих геосистем в целом аналогичны таковым макрогеохоры Ж16, но здесь более широко распространены геосистемы кислого глеевого класса водной миграции.

Крайний северо-восток территории КАТЭКа относится к Нижнеангарской провинции Средне-Сибирской физико-географической области, образуя Бирюсинскую равнинную макрогеохору (319). Рельеф ее равнинный, расчленен небольшими реками, абсолютные высоты составляют 250–330 м, понижаясь к северу и северо-востоку. Территория сложена нижнекембрийскими и юрскими песчаниками, известняками, аргиллитами, алевролитами и доломитами, встречаются трапты. В макрогеохоре преобладают сосновые травянистые леса на дерново-подзолистых почвах. Большие площади занимают луга и березовые леса на серых лесных почвах. В долинах рек встречаются темнохвойные леса из ели и пихты с примесью кедра. Ландшафтно-геохимические характеристики преобладающих геосистем аналогичны таковым макрогеохоры Г10. Большие площади в макрогеохоре занимают геосистемы переходного от кислого к кальциевому класса водной миграции, встречаются геосистемы кислого глеевого класса.

Основные ландшафтные и ландшафтно-геохимические работы проводились нами на западном участке КАТЭКа, т.е. на территории Назаровской впадины и ее горного обрамления. Природные условия района достаточно хорошо изучены /Градобоев, 1954; Географические..., 1979; Природные и экономические..., 1980; Природа и хозяйство..., 1983; и др./, составлена ландшафтная карта /Семенов, 1985/, которая представляет собой пример сопряженного отображения типологических и региональных ландшафтных единиц – геомеров и геохор (рис. 2). Принципы и методика картографирования были описаны ранее /Семенов, 1980; Снытко, Семенов, 1981; Природа..., 1983/. Эта карта сопровождается легендой, являющейся, по сути, несколько трансформированной (генерализованной) классификацией геосистем. Принципы ее построения отвечают задачам отражения организованной иерархии природных образований при картографировании среды обитания /Сочава, 1973, 1978/ и в целом аналогичны принципам, использованным авторами карты "Ландшафты юга Восточной Сибири" /1977/, хотя содержание и объемы выделенных нами таксонов ландшафтной иерархии несколько отличаются от предложенных другими исследователями.

Для составления карты геосистем западного участка КАТЭКа необходимо было выбрать классификационный уровень геомеров, позволяющий в требуемом масштабе наиболее полно отразить разнообразие геосистем изученной территории и в то же время обеспечить каждый геомер количественными ландшафтно-геохимическими и частично ландшафтно-геофизическими характеристиками. Таким таксоном оказалась группа фаций, представляющая собой совокупность фаций, близких по структуре и экологическим особенностям в пределах генетически единых поверхностей. Группы фаций выделяются по преобладающему природному процессу с учетом дифференциации вещества путем генерализации типов и подтипов фаций /Природа..., 1983/. Группы фаций объединены далее в классы фаций, геомы, группы и классы геомов, согласно иерархической классификации геосистем В.Б. Сочавы /1978/.

На карте показано распространение групп фаций, информация о типологических ландшафтных единицах приводится в легенде. Наряду со статикой геомеров здесь частично отражена и их динамика: после названий групп фаций в скобках показано динамическое состояние. Классификация геосистем включает природные коренные, мнимокоренные и серийные геосистемы (соответственно обозначенные в легенде буквами "к", "м", "с"), их антропогенные производные модификации ("п") и геотехнические (контролируемые) системы.

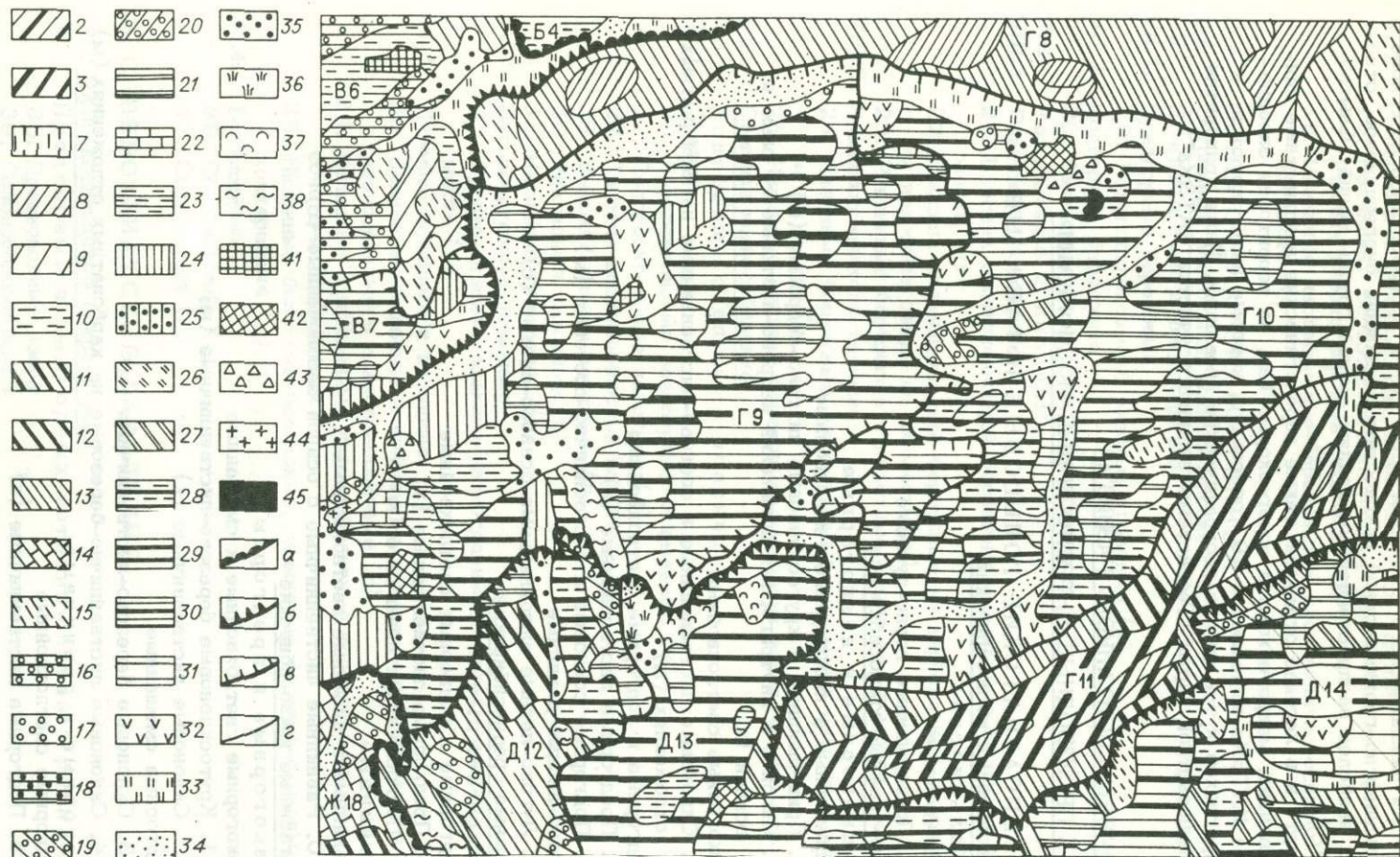


Рис. 2. Фрагмент карты "Геосистемы западного участка КАТЭКа".

Границы: а - физико-географических провинций; б - макрогеохор; в - топогеохор; г - ареалов распространения групп фаций. Остальные усл. обозн. см. в тексте.

Классификация динамического состояния групп фаций производилась на основе данных ландшафтно-геохимической диагностики состояний биогеоценозов, относящихся к наиболее распространенным фациям данной группы фаций /Снытко и др., 1983/.

На карте и в легенде отражены также хорологические ландшафтные единицы: провинции, макрогеохоры и топогеохоры. Так, на территории западного участка КАТЭКа выделяются 19 топогеохор, которые интегрируются в семь макрогеохор и три физико-географические провинции. Ниже приводится легенда ландшафтной карты "Геосистемы западного участка КАТЭКа":

ГЕОМЕРЫ СПОНТАННОГО РАЗВИТИЯ

И ИХ ПРОИЗВОДНЫЕ АНТРОПОГЕННЫЕ МОДИФИКАЦИИ

A. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ ГОЛЬЦОВЫЕ И ТАЕЖНЫЕ

A.1. Подгольцовые южносибирские

I. Субальпийские

I.1. Горно-луговые

1. Привершинные горно-луговые

A.2. Горно-таежные южносибирские

II. Среднегорные и низкогорные

II.1. Среднегорные и низкогорные темнохвойные

2. Привершинные и крутосклоновые пихтово-кедровые (м)

3. Склонов и внутригорных понижений кедрово-пихтовые с елью и осиной (к)

II.2. Низкогорные светлохвойные

4. Склоновые лиственничные и сосново-лиственничные на карбонатных отложениях (м)

II.3. Предгорные и подгорные светлохвойные

5. Предгорные лиственничные (к)

6. Подгорные сосновые и лиственнично-сосновые (м)

II.4. Лугово-лесные долинные

7. Лугово-лесные аллювиальные осиново-еловые (с)

A.3. Таежные среднесибирские

III. Горно-таежные

III.1. Предгорные и подгорные светлохвойные

8. Предгорные лиственничные (к)

9. Подгорные лиственничные (м)

IV. Равнинные

IV.1. Равнинные и низинные светлохвойные

10. Равнинные лиственничные с осиной заболоченные (с)

A.4. Подтаежные южносибирские

V. Низкогорные и предгорные

V.1. Низкогорные светлохвойные и смешанные

11. Крутосклоновые березово-лиственничные (м)

12. Склоновые лиственничные (к)

V.2. Предгорные смешанные

13. Склоновые березово-лиственничные (м)

14. Склоновые лиственнично-березовые на карбонатных отложениях (м)

VI. Подгорные и равнинные

VI.1. Подгорные светлохвойные

15. Подгорные лиственничные (к)

- VI.2. Равнинные и низинные светлохвойные и смешанные
 - 16. Равнинные березово-лиственничные (м)
 - 17. Речных террас боровые сосновые (м)
 - 18. Низинные лиственнично-березовые и лиственнично-осиновые заболоченные (с)

Б. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ СТЕПНЫЕ

Б1. Островных лесостепей южносибирские

VII. Предгорные и подгорные

VII.1. Предгорные березовые

- 19. Пологосклоновые березовые травяные (к)

VII.2. Подгорные березовые

- 20. Склоновые березовые паркового типа (м)

VIII. Равнинные и низинные

VIII.1. Равнинные березовые

- 21. Плоских возвышенностей березовые и пахотные земли на их месте (п)
- 22. Плоских возвышенностей березовые на карбонатных отложениях и пахотные земли на их месте (п)
- 23. Равнинные березовые и пахотные земли на их месте (п)

VIII.2. Низинные мелколиственные

- 24. Низинные березовые, черемухово-березовые и пахотные земли на их месте (п)
- 25. Низинные осиново-березовые с ивняком заболоченные (с)

Б2. Степные южносибирские

IX. Подгорные степные и долинные

IX.1. Степные

- 26. Крутосклоновые разнотравно-ковыльные (м)
- 27. Пологосклоновые пахотные (п)
- 28. Плоских возвышенностей пахотные (п)
- 29. Высоких равнин пахотные (п)
- 30. Равнинные пахотные (п)
- 31. Низинные пахотные (п)

IX.2. Лугово-степные низинные

- 32. Лугово-степные злаково-разнотравные и пахотные земли на их месте (п)

IX.3. Луговые долинные и низинные

- 33. Долинные, низинные и пойменные аллювиальные луговые злаково-разнотравные и злаково-осоковые (с)
- 34. Долинные и пойменные лугово-болотные торфяно-осоковые (с) в сочетании с болотами
- 35. Низинные болотные березовые, ивняковые торфяно-осоковые закочкаренные (м)

IX.4. Галоморфные

- 36. Солончаковые (с)
- 37. Солонцовые (м)

В. СЕВЕРОАЗИАТСКИЕ АКВАЛЬНЫЕ

В1. Горно-котловинные озера и реки

Х. Предгорные и межгорных котловин озера и реки

- 38. Пресноводные озера
- 39. Солонководные озера
- 40. Реки

Контролируемые геосистемы (геотехнические системы):

Г. НАЗЕМНЫЕ

- 41. Селитебные
- 42. Промыленно-селитебные
- 43. Карьерно-отвалы

Д. АКВАЛЬНЫЕ

- 44. Водохранилища
- 45. Гидроотвалы

ТОПОГЕОХОРЫ ЮЖНО-СИБИРСКОЙ

ГОРНОЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

Ачинско-Мариинская провинция

А - Мариинская равнинная макрогеохора

- A1 - Бериккуль-Кийская равнинная подтаежная
- A2 - Чебуло-Кийская подгорная подтаежная

Б - Ачинско-Боготольская подгорно-равнинная макрогеохора

- B3 - Суловская равнинная лесостепная
- B4 - Боготольская равнинная подтаежная
- B5 - Ачинская подгорная лесостепная и подтаежная

Верхнечулымская провинция

В - Тисульско-Итатская равнинная макрогеохора

- B6 - Итатская равнинная подтаежная
- B7 - Тисульская подгорная лесостепная

Г - Назаровская предгорно-котловинная макрогеохора

- G8 - Аргинская предгорная подтаежная
- G9 - Березовская равнинная лесостепная
- G10 - Назаровская равнинная лесостепная
- G11 - Солгонская низкогорная таежная

Д - Чулымо-Енисейская котловинная макрогеохора

- D12 - Ашпанская подгорная лесостепная и подтаежная
- D13 - Ужурская равнинная степная
- D14 - Балахтинская равнинная степная

Кузнецко-Алатауская провинция

Е - Верхнекийская низкогорная макрогеохора

- E15 - Кожухо-Чебулинская предгорная подтаежная
- E16 - Кундатго-Кийская низкогорная таежная
- E17 - Томь-Кожухская предгорная подтаежная

Ж - Верхнеурюпская низкогорная макрогеохора

- J18 - Горячегорская предгорная подтаежная
- J19 - Белогорская низко- и среднегорная таежная

Не рассматривая всего разнообразия геоморфов, остановимся на краткой характеристике некоторых групп фаций, наиболее широко представленных на территории первоочередного формирования топливно-энергетического комплекса.

Горно-таежный южносибирский среднегорный и низкогорный геом представлен группой фаций склонов и внутригорных понижений кедрово-пихтовой

с елью и осиной (2, 3, см. рис. 2), относящейся к среднегорному и низкогорному темнохвойному классу фаций. Среди геомеров этой группы самыми распространенными являются фации трансэлювиального типа. Наиболее типичны следующие коренные фации: склоновые трансэлювиальные пихтово-березовая разнотравно-вейниковая с дерново-подзолистыми почвами и осиново-кедрово-пихтовая осоково-разнотравная с дерново-подзолистыми глееватыми почвами; вершинная элювиальная пихтовая мелкотравная с дерновыми лесными почвами. В целом фации этой группы относятся к кислому классу южно-таежных ландшафтов (по классификации А.И. Перельмана /1975/), их обобщенная геохимическая формула имеет вид $H - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Sr}{Mn, Co, Cr}$ для элювиальных и трансэлювиальных фаций и $H-Fe - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Sr}{H_2O, Mn, Ti}$

для аккумулятивных. Для геомеров таежных геомов характерно наличие биогенных и илловиальных (алюмосиликатных) геохимических барьеров. Геомеры рассматриваемого геоба распространены главным образом в осевой части хр. Солгон и в Кузнецком Алатау. Основная часть фаций развивается в спонтанном режиме.

Из геомеров, принадлежащих среднесибирскому горно-таежному предгорному и подгорному геому, широко распространены предгорная (8) и подгорная (9) группы фаций светлохвойного класса. Среди фаций подгорной группы коренными являются трансэлювиально-аккумулятивные лиственничные травяно-кустарниковые с дерново-подзолистыми почвами, среди фаций предгорной группы - трансэлювиальные лиственнично-сосновые разнотравные с дерново-подзолистыми почвами и элювиальные березово-сосново-лиственничные разнотравные с дерновыми лесными почвами. В ландшафтно-геохимическом отношении фации этого геоба относятся к кислому классу южно-таежных ландшафтов и имеют формулу $H - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Ni, Co}{Ba, Sr}$. Ареалы их распространения приурочены к центральной части хр. Арга, северо-западным предгорьям Восточного Саяна и Мало-Пичугинскому поднятию. Степень антропогенизации геосистем данного геоба несколько выше, чем предыдущего, в связи с чем здесь больше устойчиво длительно-производных фаций.

Геомеры подтаежного южносибирского низкогорного и предгорного геоба встречаются на исследуемой территории значительно чаще, чем геомеры первых двух геомов. Для них характерно широкое распространение сосны, а также остепненных фаций /Сочава, 1980/. На карте Назаровской впадины и ее горного обрамления наибольшую площадь имеют контуры ареалов двух групп фаций, относящиеся к этому геому: склоновая лиственничная низкогорного светлохвойного и смешанного класса фаций (12) и склоновая березово-лиственничная группа фаций предгорного смешанного класса фаций (13). Из фаций первой группы наиболее типичны коренные трансэлювиальные парковые лиственничные и березово-лиственничные крупнотравные со светло-серыми и дерновыми лесными почвами, трансэлювиальные березово-сосновые разнотравные с серыми и светло-серыми лесными почвами. Для второй группы фаций характерными коренными фациями являются элювиальные локально-аккумулятивные лиственнично-сосновые и березово-сосновые крупнотравные с дерновыми лесными, дерново-карбонатными и светло-серыми лесными почвами.

В основном фации этого геоба относятся к классу, переходному от кислого к кальщевому, и имеют геохимическую формулу $H-Ca - \frac{N, P, K, Ni, Cu, Co}{Ba, Sr}$, основные геохимические барьеры - биогенный и илловиальный. Фации в зоне воздействия Назаровской ГРЭС под влиянием техногенного пресса несколько

изменили свою структуру, их формула - $Ca-N-\frac{P, K, Ni, Cu, Co}{Ba, Sr}$

Степень антропогенизации подтаежных геосистем слабая, местами средняя.

Близки по многим параметрам к этому геому геомеры подгорной лиственничной группы фаций подгорного светлохвойного класса фаций подтаежного южносибирского подгорного и равнинного геоба (15), но ареал их распространения значительно уже.

К южносибирскому предгорному и подгорному геому островных лесостепей относится пологосклонная березовая травяная группа фаций, входящая в предгорный березовый класс фаций (19). В ней наиболее типичны коренные трансэлювиальные березовые осоково-коротконожковые и мнимокоренные парковые березовые бобово-разнотравные леса с серыми и темно-серыми лесными почвами.

Среди геомеров южносибирского равнинного и низинного геоба островных лесостепей наиболее распространены березовая плоских возвышенностей (21, 22) и равнинная березовая группы фаций (23) равнинного березового класса фаций, низинная березовая и черемухово-березовая группа фаций низинного мелколиственного класса фаций, а также пахотные земли на их месте. Для группы фаций плоских возвышенностей характерна элювиальная парковая березовая злаково-осоково-разнотравная с темно-серыми лесными почвами. Равнинная группа фаций представляет собой остатки зональных ландшафтов южносибирской лесостепи, не связанных с высотной поясностью, они не занимают больших площадей. Наиболее типичными для этой группы являются трансэлювиально-аккумулятивные березовые и парковые березовые крупнотравные леса с темно-серыми лесными почвами и черноземами выщелоченными. Фации низинной группы (24, 25) распространены значительно шире и обычно встречаются отдельными колками среди полей по микропонижениям. Эту группу составляют трансэлювиально-аккумулятивная березовая бобово-разнотравная с темно-серыми лесными луговатыми почвами и трансаккумулятивная черемухово-березовая осоково-разнотравная с черноземами выщелоченными луговатыми фации. Слагаемые южносибирского геоба островных лесостепей в целом могут быть отнесены к карбонатному классу лесостепных ландшафтов с геохимической формулой $Ca-\frac{N, P, K, Ba, Sr}{Ni, Cr}$. Основные геохимические

барьеры - биогенный и карбонатный. Лесостепные геосистемы подвержены антропогенному влиянию значительно сильнее подтаежных, в связи с чем большая часть фаций относится к категории устойчиво длительно-производных.

Широко распространены на исследуемой территории геомеры южносибирского подгорного степного и долинного геоба, в котором выделяются четыре класса фаций: степной, лугово-степной низинный, луговой долинный и низинный, а также галоморфный. В степном классе преобладают фации: пологосклонная (27), плоских возвышенностей (28), высоких равнин (29), равнинная (30) и низинная пахотная (31). Фации этого класса наиболее сильно затронуты антропогенезом: практически полностью распаханы, условно-коренные геосистемы сохранились в виде небольших массивов, но и они значительно трансформированы. Отсутствие естественной растительности обусловило принципиально иной подход к выделению фаций данного класса. Как известно, почвы - один из наиболее консервативных компонентов геосистем, поэтому фации выделялись главным образом с учетом различий именно в почвенном покрове. Почти все фации этого класса являются устойчиво длительно-производными. Так, например, для равнинной группы характерны фации трансэлювиальная на черноземах выщелоченных среднегумусных среднемощных, трансэлювиально-аккумулятивная на черноземах обыкновенных тучных среднемощных и т.п.

Степные фации относятся к карбонатному классу ландшафтов черноземных степей и имеют геохимическую формулу $Ca - \frac{H_2O, N, P, K, Mn, Sr}{Ni}$, преобладающие геохимические барьеры – гумусово-адсорбционный и карбонатный.

В лугово-степном низинном классе выделена только одна группа фаций – лугово-степная злаково-разнотравная (32). Фации этого класса также сильно подвержены антропогенному воздействию. Их обобщенная геохимическая формула $Ca - \frac{N, P, K, Cr, Ba}{Cu}$.

Фации лугового долинного и низинного класса приурочены главным образом к долинам рек, они антропогенезированы менее значительно, чем фации степного и лугово-степного классов. Здесь выделяются три группы фаций: долинная, низинная и пойменная аллювиальная луговая злаково-разнотравная и злаково-осоковая (33); долинная и пойменная лугово-болотная торфяно-осоковая в сочетании с болотами (34); низинная болотная березовая, ивняковая торфяно-осоковая заочкаренная (35). Ареалы распространения этих групп фаций невелики и довольно тесно сопряжены в пространстве, поэтому нанесение контуров на карту топогеосистем вызвало значительные затруднения. В конечном итоге были оконтурены участки, в которых встречаются фации всех этих групп, но условные обозначения контуров даны по преобладающему компоненту. Общая геохимическая формула фаций лугового класса – $Ca-Fe - \frac{N, K, Cr, Ba, Cu}{H_2O, Mn, Sr}$. Для лугово-болотных и болотных фаций избыточным является и железо. Для фаций аллювиально-луговой и лугово-болотной групп характерен окислительный железистый барьер, для фаций болотной группы – восстановительный глеевый. Среди фаций данного класса преобладают серийные.

Фации галоморфного класса на территории Назаровской впадины не имеют широкого распространения. Они приурочены к понижениям рельефа на юге впадины и чередуются со степными фациями. Формула солонцевой группы фаций (37) $Na-Ca - \frac{N, P, K, Ba, Ti, Ni, Co}{Na, Mg, Sr}$, солончаковой (36) $Na - \frac{N, P, Ni, Co}{Na, Cl, SO_4}$. Основные геохимические барьеры: испарительный для (36), щелочной для (37). Степень воздействия хозяйственной деятельности на фации данного класса слабая ввиду невысокой ценности их как сельскохозяйственного ресурса без коренных мелиораций, динамическое состояние большинства фаций серийное.

Кроме описанных выше групп фаций, на карте отображен и ряд других, менее распространенных. В качестве особых групп фаций выделены пресноводная (38) и солоноводная (39) группы геоморфных озер и рек предгорных и межгорных котловин.

Наряду с геоморами спонтанного развития и их антропогенными производными модификациями на карте показаны техногеосистемы (контролируемые, или геотехнические, системы, согласно В.Б. Сочаве /1978/). Среди них выделяются группы наземного (селитебная (41), промышленно-селитебная (42) и карьерно-отвальная (43)) и аквального (водохранилища (44) и гидротвалы (45)) техногеомов.

Прежде чем перейти к характеристике геохор западного участка КАТЭЖа, рассмотрим кратко взгляды некоторых исследователей на районирование данной территории. Ю.П. Пармузин, М.В. Кириллов и Ю.А. Щербаков /1961/ выделяют здесь: округ Средне-Чулымская предгорная равнина Чулымской

провинции зоны мелколиственных лесов и Ачинский округ провинции Прикузнецко-Салаирских равнин зоны лесостепей, относящиеся к Южной Западно-Сибирской природной стране, а также округ Восточный склон Кузнецкого Алатау Салаирско-Кузнецкой провинции и четыре округа провинции Минусинской котловины (Низкогорный Аргинский хребет, Назаровская впадина, Солгонский горно-таежный, Чулымо-Енисейский мелкосопочный), относящиеся к зоне лесостепей Алтайско-Саянской горной страны.

Б.Н. Лиханов /1964/ относит к стране Западно-Сибирская равнина провинцию Кеть-Чулымо-Енисейская южно-таежная равнина и округ Ачинско-Боготольская лесостепная равнина провинции Ачинско-Красноярской лесостепной предгорной равнины и Кемчугской лесной возвышенности. В страну Алтайско-Саянское нагорье он включает провинцию Лесистые горы Кузнецкого Алатау и округ Минусинская степная и лесостепная впадина провинции Саянские горы и межгорные котловины.

На схеме районирования Г.Д. Рихтера /1964/ данная территория отнесена к провинции Кеть-Чулымская слабозаболоченная повышенная южно-таежная равнина страны Западно-Сибирская равнина и к двум провинциям страны Алтайско-Саянские горы: Кузнецко-Салаирскому среднегорью со степными котловинами и горно-таежными темнохвойными лесами и Минусинской лесостепной котловине.

Согласно "Физико-географическому районированию СССР" /1968/, северная часть данной территории находится в пределах Чулымо-Енисейской провинции лесоболотной зоны страны Западная Сибирь, а южная - Кузнецко-Алатауской провинции Кузнецко-Салаирской области и Верхнечулымской провинции Саянской области, входящих в страну Горы Южной Сибири.

С нашей точки зрения, основная часть западного участка КАТЭКа входит в Верхнечулымскую провинцию, северная часть - в Ачинско-Мариинскую, а юго-запад - в Кузнецко-Алатаускую. Все они относятся к Южно-Сибирской горной физико-географической области. На карте (см. рис. 2) и в классификации геосистем, представленной выше, отражена иерархия геохор от топогеохор до провинций. Каждая геохора отличается своеобразным индивидуальным составом геомеров.

В Мариинскую равнинную макрогеохору Ачинско-Мариинской провинции входят Бериккуль-Кийская равнинная подтаежная и Чебуло-Кийская подгорная подтаежная топогеохоры. Для первой из них наиболее характерны фации подгорной лиственничной группы подгорного светлохвойного класса фаций и равнинной березово-лиственничной группы равнинного и низинного светлохвойного и смешанного класса фаций, относящиеся к подтаежному южносибирскому подгорному и равнинному геому. В другой же наряду с этими геомерами широко представлены фации равнинной березовой группы равнинного березового класса фаций и низинной березовой, черемухово-березовой группы низинного мелколиственного класса, относящиеся к южносибирскому равнинному и низинному геому островных лесостепей, а также пахотные земли на их месте.

Ачинско-Боготольская подгорно-равнинная макрогеохора, входящая в ту же провинцию, состоит из трех топогеохор: Сусловской равнинной лесостепной, Боготольской равнинной подтаежной и Ачинской подгорной лесостепной и подтаежной. В Сусловской топогеохоре преобладают фации подгорной лиственничной группы подгорного светлохвойного класса фаций южносибирского подтаежного геоба, а также равнинной березовой и низинной березовой, черемухово-березовой, характерных для Чебуло-Кийской топогеохоры. Геомеры Боготольской топогеохоры представлены главным образом фациями подгорной лиственничной и равнинной березово-лиственничной групп, характерными для Бериккуль-Кийской топогеохоры, и низинной березовой, черемухово-березовой

группы фаций. В Ачинской топогеохоре широко распространены фации низинной лиственнично-березовой и лиственнично-осиновой заболоченной группы равнинного и низинного светлохвойного и смешанного класса фаций южносибирского подтаежного подгорного и равнинного геоба, а также фации, принадлежащие березовой группе плоских возвышенностей и равнинной березовой группе равнинного березового класса равнинного и низинного южносибирского геоба островных лесостепей.

Тисульско-Итатская равнинная макрогеохора Верхнечулымской провинции состоит из Итатской равнинной подтаежной и Тисульской подгорной лесостепной топогеохор. Для Итатской топогеохоры наиболее характерны фации равнинной березово-лиственничной и низинной лиственнично-березовой и лиственнично-осиновой заболоченной групп равнинного и низинного светлохвойного и смешанного класса фаций южносибирского подтаежного подгорного и равнинного геоба. В Тисульской топогеохоре преобладают фации равнинной березовой группы равнинного березового класса и низинной березовой, черемухово-березовой группы низинного мелколиственного класса южносибирского равнинного и низинного геоба островных лесостепей, пахотные земли на их месте и фации низинной болотной березовой, ивняковой торфяно-осоковой заочкаренной группы лугового долинного и низинного класса южносибирского подгорного степного и долинного геоба.

В Назаровской предгорно-котловинной макрогеохоре выделяются Аргинская предгорная подтаежная, Солгонская низкогорная таежная, Березовская и Назаровская равнинные лесостепные топогеохоры. Для Аргинской топогеохоры наиболее характерными являются фации предгорной лиственничной группы предгорного и подгорного светлохвойного класса среднесибирского горно-таежного геоба и склоновой березово-лиственничной группы предгорного смешанного класса южносибирского подтаежного низкогорного и предгорного геоба. В Солгонской топогеохоре преобладают фации склонов и внутригорных понижений кедрово-пихтовой с елью и осиной группы среднегорного и низкогорного темнохвойного класса южносибирского горно-таежного среднегорного и низкогорного геоба. Если в Березовской топогеохоре наиболее широко распространены фации высоких равнин, равнинной и низинной пахотных групп степного класса южносибирского подгорного степного и долинного геоба, то в Назаровской топогеохоре доминируют фации групп плоских возвышенностей и равнинной пахотных степного класса, а также лугово-степной злаково-разнотравной лугово-степного низинного класса того же геоба.

К Верхнечулымской провинции относится и Чулымо-Енисейская макрогеохора, в пределах которой выделяются Ашпанская подгорная лесостепная и подтаежная, Ужурская и Балахтинская равнинные степные топогеохоры. В Ашпанской преобладают фации подгорной лиственничной группы подгорного светлохвойного класса фаций южносибирского подтаежного подгорного и равнинного геоба, пологосклоновой березовой травяной группы предгорного березового класса южносибирского предгорного и подгорного геоба островных лесостепей и пахотной группы плоских возвышенностей степного класса южносибирского подгорного степного и долинного геоба. Для Ужурской топогеохоры наиболее характерны фации пахотных групп плоских возвышенностей и высоких равнин степного класса, часто встречаются фации солончаковой группы галоморфного класса южносибирского подгорного степного и долинного геоба. В Балахтинской топогеохоре наиболее широкое распространение получили фации пологосклоновой, высоких равнин и равнинной групп степного класса того же геоба.

Верхнекийская низкогорная макрогеохора Кузнецко-Алатауской провинции делится на Кожухо-Чебулинскую предгорную подтаежную, Кундато-Кийскую

низкогорную таежную и Томь-Кожухскую предгорную подтаежную топогеохоры. Для Кожухо-Чебулинской топогеохоры наиболее характерны фации крутосклоновой березово-лиственничной и склоновой лиственничной групп низкогорного светлохвойного и смешанного класса фаций, а также фации склоновой березово-лиственничной группы предгорного смешанного класса южносибирского подтаежного низкогорного и предгорного геоба. В Кундато-Кожухской топогеохоре преобладают фации привершинной и крутосклоновой пихтово-кедровой, склонов и внутригорных понижений кедрово-пихтовой с елью и осиной групп темнохвойного класса фаций южносибирского горно-таежного среднегорного и низкогорного геоба. Геомеры Томь-Кожухской топогеохоры, занимающей юго-запад исследуемой территории, представлены в основном фациями предгорной лиственничной группы предгорного и подгорного светлохвойного класса, лугово-лесной аллювиальной осиново-еловой группы лугово-лесного долинного класса южносибирского горно-таежного среднегорного и низкогорного геоба и склоновой лиственничной группы низкогорного светлохвойного и смешанного класса фаций южносибирского подтаежного низкогорного и предгорного геоба.

В Верхнеурюпскую низкогорную макрогеохору той же провинции входят две топогеохоры: Горячегорская предгорная подтаежная и Белогорская низко- и среднегорная таежная. Для Горячегорской топогеохоры характерны фации склоновой лиственничной группы низкогорного светлохвойного и смешанного класса фаций, склоновой березово-лиственничной и лиственнично-березовой на карбонатных отложениях групп предгорного смешанного класса фаций южносибирского подтаежного низкогорного и предгорного геоба. В Белогорской топогеохоре наибольшие ареалы распространения имеют фации привершинной и крутосклоновой пихтово-кедровой, склонов и внутригорных понижений кедрово-пихтовой с елью и осиной групп среднегорного и низкогорного темнохвойного класса фаций, а также предгорной лиственничной группы предгорного и подгорного светлохвойного класса южносибирского горно-таежного среднегорного и низкогорного геоба.

Из вышеизложенного видно, что ландшафтная структура территории КАТЭКа и особенно его западного участка весьма своеобразна и мозаична. В.Б. Сочава /1980/, характеризуя южносибирскую тайгу, отмечал такую отличительную особенность ряда провинций Южно-Сибирской физико-географической области, как сочетание в пределах одного ландшафта (макрогеохоры) гумидных и полуаридных геосистем: здесь наблюдается "проникновение центральноазиатских влияний в доминирующую среду сибирской горной тайги" (с. 59). Вместе с тем подгорные местности, принадлежащие Южно-Сибирской области, имеют в биогеографическом отношении некоторые общие черты с зональной лесостепью Западной Сибири, им присущи коренные урочища степного типа.

Большое разнообразие природных условий обусловило сложную дифференциацию и контрастность геосистем. Мозаика топогеохор выявляется при интеграции подчиненных им топогеосистем с учетом дифференциации вещества и отражает деление территории на основные ландшафтные хронологические единицы. Топогеохора, по-видимому, - наиболее крупный таксон геосистем топологического ряда, выделение которого может основываться на объединении геохор нижнего порядка /Сочава, 1978/. Так, изучение дифференциации вещества в макрогеохоре показало, что закономерности распределения его запасов далеко не тождественны закономерностям распространения групп фаций, так как на данном уровне генерализации геосистем сопряженность последних по движению вещества менее выражена, чем геосистем более низкого ранга. Геохоры следующей ступени иерархии - макрогеохоры - являются уже гео-

системами регионального порядка и могут рассматриваться только на фоне регионов большего ранга – физико-географических провинций, поэтому изучение функционирования топогеосистем в условиях спонтанного развития и под воздействием техногенного фактора должно основываться на анализе поведения вещества в топогеохорах.

Следующие главы данной работы и посвящены главным образом ландшафтно-геохимическому анализу геосистем двух контрастных топогеохор: Аргинской предгорной подтаежной и Березовской равнинной лесостепной.

Глава 3

СТАТИКА И УСЛОВИЯ МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВА ГЕОСИСТЕМ

Геосистемы спонтанного развития и антропогенно измененные в разной степени реагируют на внешнее воздействие, поскольку первые развиваются под влиянием главным образом природных факторов, а вторые – под влиянием как естественных, так и антропогенных. В связи с высокой степенью освоенности Назаровской котловины ландшафтно-геохимические исследования на этой территории проводились в геосистемах-дублях, находящихся соответственно в условно естественном (коренном, мнимокоренном или серийном) и антропогенно измененном (кратковременно-, длительно- или устойчиво длительно-производном) состояниях.

Объектами детальных стационарных работ послужили биогеоценозы, относящиеся к следующим фациям:

- I – элювиальной локально-аккумулятивной березовой высокоразнотравной с темно-серой лесной контактно-луговой глубоковскипающей тяжелосуглинистой почвой на двучленных отложениях (покровных суглинках, подстилаемых карбонатными глинами) березовой группы фаций плоских возвышенностей равнинного березового класса фаций южносибирского равнинного и низинного геома островных лесостепей (условно-коренной);
- II – ее антропогенной длительно-производной модификации – пашне;
- III – элювиальной локально-аккумулятивной осоково-злаково-разнотравной с черноземом обыкновенным луговатым маломощным тучным среднесуглинистым на карбонатных покровных суглинках группы высоких равнин степного класса фаций южносибирского подгорного степного и долинного геома (условно-коренной);
- IV – ее антропогенной коротко-производной модификации – злаково-разнотравной залежи с большим количеством хвоща и подорожника;
- V – трансэлювиально-аккумулятивной полугидроморфной разнотравно-луговой закустаренной с лугово-черноземной выщелоченной мощной намытой среднесуглинистой почвой на карбонатных покровных суглинках лугово-степной злаково-разнотравной группы лугово-степного низинного класса фаций южносибирского подгорного степного и долинного геома (серийной);
- VI – трансаккумулятивной гидроаккумулятивной высокоразнотравно-осоковой заочкаренной закустаренной с лугово-болотной иловатой карбонатной слоистой почвой на пролювиальных отложениях долинной и пойменной лугово-болотной торфяно-осоковой группы лугового долинного и низинного класса фаций южносибирского подгорного степного и долинного геома (серийной);
- VII – элювиальной злаково-разнотравной остепненно-луговой с черноземом

выщелоченным среднемоющим среднегумусным тяжелосуглинистым на покровных карбонатных суглинках равнинной группы степного класса фаций южносибирского подгорного степного и долинного геоба (условно-коренной);

- VIII – ее антропогенной устойчиво длительно-производной модификации – сосновым насаждением 40-летнего возраста мохово-разнотравно-вейниковым с большим количеством хвоща;
- IX – трансэлювиальной выпуклосклоновой березовой бобово-разнотравной паркового типа с темно-серой лесной маломощной среднесуглинистой почвой на элювио-деловии аргиллитов пологосклоновой березовой травяной группы горного березового класса фаций южносибирского предгорного и подгорного геоба островных лесостепей (условно-коренной);
- X – трансэлювиальной привершинной злаково-полынной с черноземом слабообразованным бескарбонатным среднегумусным легкосуглинистым на элювио-деловии аргиллитов крутосклоновой разнотравно-ковыльной группы степного класса фаций южносибирского подгорного степного и долинного геоба (коренной);
- XI – элювиальной автономной осиново-березовой высокотравной с дерновой лесной маломощной среднесуглинистой почвой на элювии алевролитов, подстилаемом мел-палеогеновой корой выветривания, склоновой листовичной группы низкогорного светлохвойного и смешанного класса фаций южносибирского подтаежного низкогорного и предгорного геоба (условно-коренной);
- XII – трансэлювиальной пологосклоновой сосново-березовой папоротниковой коротконожково-осоково-вейниковой со светло-серой лесной маломощной среднесуглинистой почвой на элювио-деловии алевролитов склоновой березово-лиственничной группы предгорного и смешанного класса фаций южносибирского низкогорного и предгорного подтаежного геоба (условно-коренной);

XIII – ее антропогенной кратковременно-производной модификации – пашне. Фации I–VIII являются наиболее распространенными в днище впадины и репрезентативны по отношению ко всей Назаровской котловинной мезогеохоре, фации IX–XIII характерны для горного обрамления и горных краев внутри котловины. Биогеоценозы, представляющие фации I–X, расположены на Березовском экспериментальном полигоне и относятся к Березовской равнинной лесостепной топогеохоре, остальные – на Назаровском экспериментальном полигоне и относятся к Аргинской предгорной подтаежной топогеохоре. В дальнейшем, в целях краткости изложения, полные названия фаций не будут приводиться: вместо них будут использоваться номера (I–XIII).

Фации I–X принадлежат двум геобам – южносибирскому подгорному степному и долинному, южносибирскому предгорному и подгорному островных лесостепей, которые наиболее широко представлены в ландшафтной структуре Березовского экспериментального полигона (рис. 3). Ниже приводятся их описания и общая ландшафтно-геохимическая характеристика.

Фа́ция I. Верхняя треть пологого склона юго-западной экспозиции. Березовой высокотравный лес (участок Родники). Почвообразующая порода – покровный суглинок, подстилаемый карбонатными глинами. Почва вскипает от соляной кислоты с глубины 76 см. Профиль почвы имеет следующее строение.

- A_д 0–8 см Влажный, темно-серый, тяжелосуглинистый, мелкоореховатый, густо пронизан корнями, рыхлый, переход в последующий горизонт ясный по плотности и количеству корней, граница неровная.
- A₁ 8–46 см Влажный, темно-серый, тяжелосуглинистый, мелкоореховато-по-

рошистый, уплотнен, корней много, переход в последующий горизонт постепенный, граница неровная (языки).

В 46–76 см Свежий, светло-бурый с гумусовыми затеками буроватой окраски, тяжелосуглинистый, ореховато-мелкопризмовидный, редкие корни, пористый, плотный, гумусовые затеки по ходам корней, переход в последующий горизонт ясный по вскипанию и окраске, граница неровная.

Д_к 76–100 см Влажноватый, желтовато-бурый с белесым мицелием карбоната кальция и сизым глянцем на гранях структурных отдельностей, легкоглинистый, пористый, очень плотный, бурно вскипает от соляной кислоты.

Фация II. Антропогенная модификация фации I – пашня, в период наблюдений засевавшаяся овсом, кукурузой. Точка стационарных наблюдений расположена в 30 м на юг от предыдущей. Почвенный профиль имеет строение, несколько отличающееся от строения профиля почвы условно-коренной фации.

А_{пах} 0–28 см Влажноватый, серый, легкоглинистый, комковато-глыбистый, уплотнен, тонкие живые и отмершие корни кукурузы, овса, граница ровная, переход в последующий горизонт ясный по сложению, постепенный по окраске.

AB 28–38 см Влажный, грязно-бурый, легкоглинистый, ореховатый, плотный, гумусовые карманы до 46 см, по граням структурных отдельностей гумусово-глинистые глянцеватые кутаны, местами с сизоватым оттенком, переход по окраске и сложению постепенный.

B 38–64 см Влажный, бурый, легкоглинистый, ореховато-призмовидный, плотный (плотнее предыдущего), по граням структурных отдельностей гумусово-глинистые кутаны, буро-охристый щебень, переход в последующий горизонт ясный по окраске на неровной границе.

Д_к 64–100 см Влажный, буро-охристый с сизоватыми пятнами, тяжелосуглинистый, ореховатый, очень плотный, вязкий, с включениями щебня, тонкопористый, бурно вскипает от соляной кислоты.

Почвы исследуемых фаций имеют ярко выраженную двучленность строения профиля, что подтверждается данными валового химического анализа (табл. 1). На глубине 76 см, соответствующей верхней границе горизонта Д_к, снижается содержание кремния и увеличивается количество алюминия и железа. Доля кальция и магния возрастает в основном за счет накопления углекислых солей этих элементов в подстилающей породе. Обогащенность дернового горизонта алюминием и щелочными металлами указывает на активное протекание процессов образования вторичных глинистых минералов при преобразовании исходной минеральной основы. Дифференциации по элювиально-иллювиальному типу не отмечается.

Сведение леса, выравнивающая планировка поля и периодическое перемешивание верхних слоев при распахке в значительной степени изменили морфологическое строение почвы фации II. Этим объясняется как

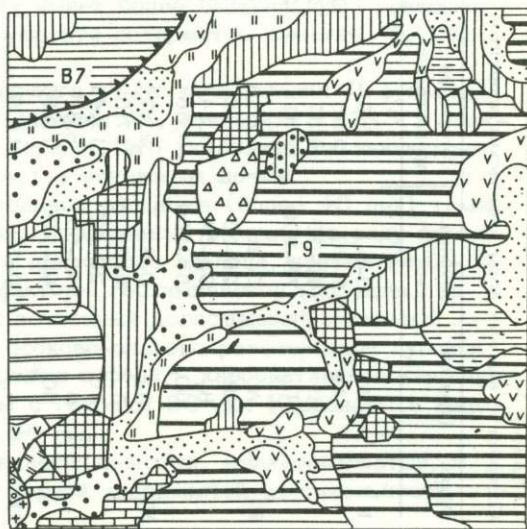


Рис. 3. Ландшафтная картосхема Березовского экспериментального полигона. Усл. обозн. см. рис. 2.

Таблица 1

Содержание валовых форм химических элементов в почвах, % на абс. сух. почву

Фация	Горизонт	Глубина, см	Потери при прокаливании	Si	Al	Fe	Ti	Ca	Mg	Mn	P	K	Na
I	A _д	0-8	15,37	19,56	16,48	2,56	0,46	1,31	1,04	0,18	0,08	1,93	1,36
	A1	8-46	9,95	23,81	11,96	2,96	0,35	1,41	1,02	0,16	0,07	1,82	1,27
	B	46-76	4,37	29,03	11,02	3,10	0,39	1,13	1,20	0,14	0,04	1,72	1,18
	D _к	76-100	7,41	20,53	15,32	5,82	0,42	3,33	1,52	0,23	0,02	1,18	1,23
III	A	0-26	12,58	24,80	10,75	2,40	0,39	1,18	1,62	0,16	0,10	1,85	1,41
	AB	26-33	8,22	25,96	11,02	2,77	0,43	1,79	1,84	0,17	0,10	1,87	1,36
	B _к	33-54	9,34	23,41	10,87	2,55	0,39	4,76	2,59	0,16	0,02	1,56	1,41
	BC _к	54-100	9,66	20,91	13,44	2,65	0,42	4,45	2,94	0,18	0,05	1,53	1,37
VII	A _д	0-6	21,75	23,97	7,98	2,34	0,40	1,56	0,91	0,17	0,06	2,00	1,35
	A	6-22	17,51	25,48	9,63	2,51	0,41	1,15	0,67	0,14	0,05	1,84	1,39
	AB	22-42	11,41	27,37	10,25	2,36	0,41	1,41	0,65	0,13	0,01	1,77	1,44
	B _к	42-65	8,87	28,65	10,57	2,14	0,39	1,61	0,64	0,13	0,02	1,58	1,53
IX	BC _к	65-100	12,83	27,61	9,14	2,55	0,30	1,73	0,78	0,11	0,05	1,61	1,37
	A _д	0-10	18,59	18,93	12,94	3,30	0,49	2,84	2,07	0,12	0,11	0,52	0,98
	A1	10-24	9,29	24,11	11,46	3,87	0,62	2,30	2,08	0,13	0,06	1,49	1,24
	B	24-43	6,69	23,94	8,17	9,25	0,69	3,64	1,96	0,17	0,02	1,19	1,14
X	C	43-58	6,80	24,94	10,99	4,56	0,57	3,16	2,45	0,19	0,02	1,27	1,03
	A _д	0-9	14,46	22,07	9,90	4,01	0,53	4,25	1,58	0,24	0,03	1,41	1,30
XI	AC	9-14	9,58	20,74	11,20	4,33	0,53	4,06	1,48	0,24	0,01	1,14	1,17
	A _д	1-6	18,83	25,83	6,41	2,78	0,22	2,03	0,92	0,20	0,02	1,40	1,84
	A1	6-21	6,56	30,27	6,47	3,16	0,33	1,36	0,41	0,07	0,03	1,88	1,71
	B	21-46	4,21	31,81	8,16	3,41	0,31	1,11	0,50	0,04	0,03	2,04	1,56
	BC	46-70	3,58	32,59	9,15	3,35	0,22	1,15	0,90	0,06	0,05	2,51	1,43
XII	D _к	70-100	28,68	11,26	2,75	1,27	0,15	17,69	0,74	0,01	0,01	0,96	1,69
	A _д	1-12	31,94	30,81	6,14	2,37	0,30	1,44	0,56	0,10	0,07	1,62	1,84
	A1A2	12-24	7,19	33,02	6,73	2,59	0,42	0,99	0,86	0,15	0,08	1,62	1,74
	B1	24-40	3,93	31,87	7,84	3,19	0,42	1,33	0,63	0,07	0,05	1,80	1,71
	B2	40-65	4,74	32,39	7,14	3,22	0,50	0,89	0,71	0,05	0,08	1,60	1,61
	BC _к	65-100	3,61	32,62	7,39	3,33	0,29	1,77	0,42	0,05	0,07	1,72	1,84

несовпадение границ генетических горизонтов почв в геосистемах-дублях, так и появление переходного (мощностью до 10-15 см) горизонта АВ с ярко выраженными признаками перемещения гумусово-глинистой плазмы с одновременным увеличением содержания илистой фракции в верхнем слое (табл. 2). В результате распашки среднее значение плотности почвы в верхней части профиля практически не изменилось. Различия в относительной плотности твердой фазы подстилающей породы и почв в геосистемах-дублях вызваны неоднородностью сложения и состава, что подтверждается данными механического анализа (рис. 4).

Согласно полученным экспериментальным данным, категории почвенной влажности в исследованных почвах в количественном отношении близки, а по такому важному показателю условий миграции вещества, как фильтрующая способность почв, фации I и II существенно различаются (см. табл. 2). Провальная и хорошая водопроницаемость темно-серой лесной почвы естественного сложения при достаточном увлажнении способствует просачиванию природный вод до подстилающей породы. В антропогенно измененной почве нисходящий поток влаги встречает на глубине 38-40 см слабопроницаемый барьер из-за крайне неблагоприятных фильтрационных свойств иллювиального горизонта. Указанные выше различия в строении почвенных профилей геосистем-дублей проявляются и при сопоставлении их физико-химических свойств (табл. 3).

Так, темно-серая лесная почва фации спонтанного развития имеет слабокислую реакцию в верхней части профиля за счет поступления на поверхность опада с pH 6,3-6,5. В поглощающем комплексе некарбонатной части профиля этой почвы преобладают ионы кальция и магния. В иллювиальном горизонте количество обменных оснований несколько ниже остальной массы в результате уменьшения содержания органического вещества в этом слое. Подстилающая порода значительно обогащена карбонатами кальция и имеет щелочную реакцию.

Для данной почвы характерна низкая степень обогащенности гумуса азотом при довольно высоком содержании органического углерода. В составе гумуса дернового горизонта преобладает фракция гуминовых кислот (ГК), связанных с кальцием, количество которого близко к содержанию его в обменной форме (табл. 4). Обращает на себя внимание возрастание в горизонте А1 доли фульвокислот (ФК), связанных с фракцией ГК-2. В целом профиль гуматный с высокой степенью гумификации /Гришина, Орлов, 1978/.

Пахотная темно-серая лесная почва имеет более нейтральную реакцию (pH 6,8-7,2). В верхнем пахотном горизонте содержится заметно больше обменного магния.

В отличие от своего природного аналога гумус почвы фации II фульватного типа. В его составе преобладает фракция ФК, связанная с ГК-3, и практически отсутствует негидролизуемый остаток, что указывает на значительную минерализацию органического вещества изучаемой почвы.

Таким образом, в результате длительной распашки (более 40 лет) темно-серая лесная почва фации II приобрела существенные отличия по ряду физических и химических свойств от своего природного аналога, причем глубокой трансформации подвергнуты основные факторы геохимической миграции вещества - водно-физические свойства и почвенный поглощающий комплекс.

Фация III. Выровненный участок осоково-злаково-разнотравной луговой степи (участок Отножка). Почвообразующая порода - карбонатная легкая глина. Почва вскипает от соляной кислоты с глубины 33 см. Карбонаты в виде псевдомицелля появляются на глубине 54 см.

А 0-26 см Свежий, темно-серый, среднесуглинистый, мелкоореховатый, в верхней части задернован, много корней травянистой растительности,

Таблица 2
Физические свойства почв фаций участка Родники

Фация	Горизонт	Глубина, см	Плотность почвы, г/см ³	Относительная плотность	Содержание частиц, %		Категория влажности, %			Водопроницаемость, мм/ч
					<0,01 мм	<0,001 мм	МГ	ВЗ	НВ	
I	A _д	0-8	0,76	2,59	53,0	26,7	16,40	24,60	59,12	1840
	A1	8-46	1,07	2,58	55,3	27,0	9,73	14,60	35,15	1075
	B	46-76	1,24	2,70	60,0	32,8	8,04	12,06	26,13	830
	D _к	76-100	1,32	2,73	67,1	39,6	8,07	12,11	21,31	215
II	A _{пах}	0-28	0,96	2,45	63,6	32,3	9,03	13,55	47,00	657
	AB	28-38	1,04	2,51	68,3	39,3	8,65	12,98	34,13	674
	B	38-64	1,07	2,75	66,6	37,0	9,10	13,65	33,40	74
	D _к	64-100	1,29	2,65	51,3	37,4	6,50	9,75	21,27	200

Таблица 3
Физико-химические свойства почв фаций участка Родники

Фация	Горизонт	Глубина, см	Гигроскопическая влажность, %	pH водной суспензии	Содержание, %		C/N	Обменные основания, мг-экв./100 г			CaCO ₃ , %
					C	N		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	
I	A	0-8	4,95	6,3	6,74	0,56	12,0	41,6	6,8	48,4	-
	A1	8-46	1,69	6,6	3,99	0,43	9,3	36,0	7,6	43,6	-
	B	46-76	1,18	6,7	0,52	-	-	26,8	6,0	32,8	-
	D _к	76-100	1,27	8,0	0,27	-	-	18,8	3,2	22,0	14,96
II	A _{пах}	0,28	1,49	6,8	3,52	0,64	5,5	31,6	10,8	42,4	-
	AB	28-38	1,63	7,2	1,99	0,29	6,9	32,8	7,4	40,2	-
	B	38-64	1,23	6,9	0,80	-	-	25,6	6,4	32,0	-
	D _к	64-100	0,99	8,0	0,20	-	-	19,2	2,8	22,0	15,84

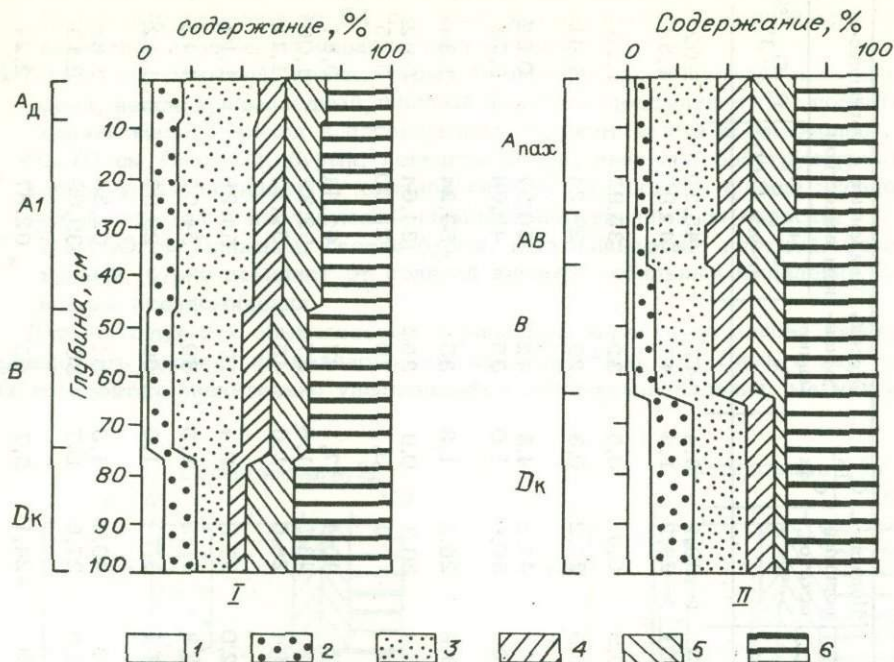


Рис. 4. Гранулометрический состав почв фаций I, II участка Родники.
 Фракции, мм: 1) 1-0,25; 2) 0,25-0,05; 3) 0,05-0,01; 4) 0,01-0,005; 5) 0,005-0,001; 6) <0,001.

уплотнен, переход в последующий горизонт постепенный по окраске, граница неровная (языки).

АВ 26-33 см Влажноватый, темно-серый с буроватым оттенком, тяжелый суглинок, ореховато-порошистый, языки гумуса, корней меньше, плотный, переход в последующий горизонт ясный по включениям псевдомицелия.

В_к 33-54 см Влажный, бурый, легкоглинистый, бесструктурный, корней мало, плотный, вскипает от соляной кислоты, переход в последующий горизонт ясный по окраске и количеству карбонатов.

ВС_к 54-100 см Влажный, темнее предыдущего, легкоглинистый, бесструктурный, корней мало, несколько плотнее предыдущего, вскипает от соляной кислоты, обильные включения карбонатов кальция в виде псевдомицелия.

В горизонтах А, АВ, В_к вдоль затеков гумуса заметны пятна оглеения, в затеках ореховатые отдельные имеют на гранях присыпку кремнезема, по ходам корней рыжие трубочки гидроокиси железа.

Фация IV Антропогенная модификация фации III. Точка наблюдений расположена в 20 м на запад от предыдущей. Залезь, в травостое преобладают хвощ, подорожник, злаки. Почва вскипает с глубины 46 см, псевдомицелий появляется с глубины 53 см. Почвообразующая порода та же, что и в фации III, строение профиля почвы несколько отличается от строения профиля почвы условно-коренной фации.

А_{пах} 0-16 см Свежий, серый с буроватым оттенком, с поверхности сухой, тяжелосуглинистый, глыбистый, уплотнен, большое количество корней культурной злаковой растительности, переход по плужной подошве и плотности ясный, граница ровная.

Таблица 4

Относительное содержание фракций органического вещества почв западного участка КАТЭКа и некоторые показатели гумусного состояния почв

Фашия	Горизонт	Глубина, см	Фракции, % от общего углерода								Нераст- воримый остаток, %	$\frac{C_{гк}}{C_{фк}}$	Степень гумифи- кации, %	Связанные с органичес- ким веществом	
			гуминовых кислот			фульвокислот				Ca ²⁺ , мг-экв./100 г				R ₂ O ₃ , %	
			1	2	3	1а	1	2	3						
I	A _д	0-8	14,1	22,1	10,1	4,1	3,1	2,4	4,3	39,2	3,4	47	45,32	1,02	
	A ₁	8-46	13,7	17,4	14,6	4,0	Нет	20,1	7,0	23,2	1,4	46	42,97	1,34	
II	A _{пах}	0-28	6,5	20,2	5,7	2,6	8,7	5,0	50,9	0,4	0,5	32	35,97	1,16	
	AB	28-38	2,0	11,5	6,9	3,6	10,0	23,3	16,5	26,2	0,3	20	29,24	1,41	
III	A	0-26	10,9	23,7	7,8	2,3	2,0	0,9	4,6	47,8	4,3	42	56,67	0,52	
	AB	26-33	6,0	12,8	14,6	6,7	1,1	23,8	5,0	30,0	1,0	35	48,64	0,78	
IV	A _{пах}	0-16	9,0	24,8	1,6	2,1	7,1	4,8	13,8	26,8	1,3	35	53,24	1,34	
	A	16-33	6,0	24,1	5,0	4,0	6,6	11,6	16,4	26,3	0,9	35	34,64	0,92	
	AB	33-46	3,9	61,1	5,7	9,8	2,7	6,2	0,5	10,1	3,7	70	25,50	0,75	
VII	A _д	0-6	10,3	26,6	10,2	2,6	1,0	0,4	2,5	46,4	7,1	47	61,41	0,84	
	A _д	6-22	12,1	17,6	7,1	2,2	1,0	9,4	7,1	43,5	1,8	37	52,39	1,06	
	AB	22-42	7,1	29,5	8,1	5,6	0,2	8,1	13,4	28,0	1,6	45	32,13	1,12	
VIII	A _д	0-6	13,9	2,2	2,5	1,9	12,4	17,5	12,0	37,6	0,4	17	54,28	1,19	
	A _{пах}	6-40	11,9	23,2	3,8	2,3	11,6	0,4	11,3	35,5	1,5	39	54,02	1,42	
	AB	40-76	5,6	51,9	1,8	5,0	7,9	0	24,1	3,7	1,6	59	29,37	1,12	
IX	A _д	0-10	14,0	8,4	9,6	4,1	3,7	11,5	5,3	43,4	1,3	31	62,34	1,88	
	A _д	10-24	8,6	16,3	5,4	5,2	1,1	19,0	16,8	27,6	0,7	30	39,69	2,13	
X	A _д	0-9	24,7	25,7	14,4	4,6	0,9	4,7	0,9	24,1	5,7	65	62,87	2,24	

А 16–33 см Влажноватый, серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, гумусовые карманы до 54 см, комковатый, плотный, корней среднее количество, переход по окраске постепенный.

АВ 33–46 см Влажный, грязно-бурый (в нижней части бурый), легкоглинистый, неяснопризмовидный, плотный (плотнее предыдущего), пористый, корней мало, переход в последующий горизонт ясный по вскипанию.

В_к 46–70 см Влажный, бурый, легкоглинистый, плотный, бесструктурный, корней мало, вскипает от соляной кислоты, карбонаты в виде псевдомицелия, переход в последующий горизонт постепенный по окраске.

ВС_к 70–100 см Влажный, светло-бурый, легкоглинистый, плотный, бесструктурный, бурно вскипает от соляной кислоты, обильные выделения CaCO₃ в виде псевдомицелия.

Для исследуемых обыкновенных черноземов характерна слабая дифференцированность профиля по валовому составу (см. табл. 1). Лишь в карбонатных горизонтах значительно увеличивается содержание кальция, магния и от-

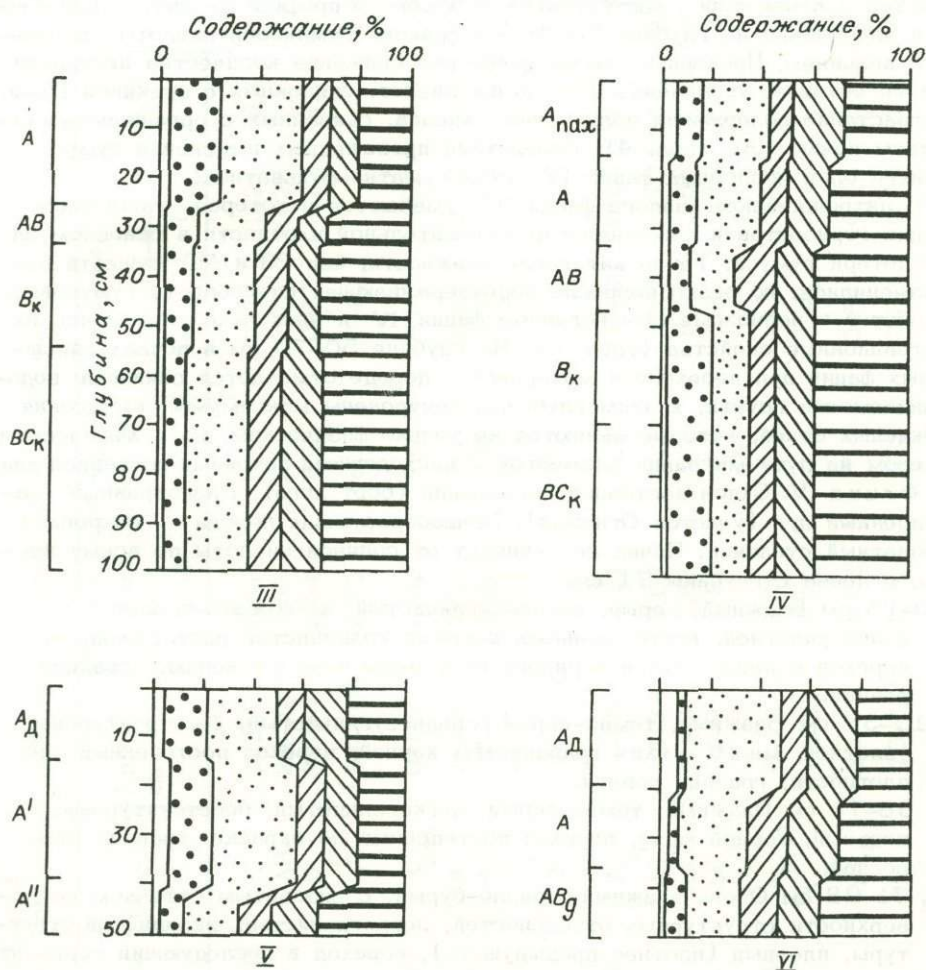


Рис. 5. Гранулометрический состав почв фаций III, IV, V, VI участка Отножка. Усл. обозн. см. рис. 4.

части алюминия при относительном уменьшении калия и кремния. Гумусовые горизонты обогащены валовыми формами фосфора, минимум которого приходится на переходный к породе горизонт В_к.

В черноземах как фашии III, так и фашии IV отмечается утяжеление гранулометрического состава от поверхностных слоев к породе с преобладанием фракций крупной пыли и ила (рис. 5). Верхние горизонты черноземов, с одной стороны, обогащены тонкопесчаными частицами, с другой – характеризуются снижением количества илистой фракции, что является следствием проявления суффозионных процессов.

По своим физико-химическим свойствам данные почвы соответствуют черноземному типу почвообразования (табл. 5). Нейтральная реакция почвенной массы при переходе в породу достигает pH 8,2. Почвенный поглощающий комплекс по всем горизонтам насыщен основаниями с преобладанием в его составе кальция. Емкость поглощения снижается вниз по профилю. Одновременно происходит уменьшение содержания органического вещества. Распахивание чернозема фашии IV привело к увеличению подвижности органического вещества и к некоторой растянутости гумусового профиля за счет передвижения и накопления на глубине 33–46 см фракции гуминовой кислоты, связанной с кальцием. Произошло также некоторое снижение количества негидролизуемого остатка, увеличение доли фульвокислот, связанных с фракцией ГК-3, и возрастание содержания полуторных окислов, связанных с органическим веществом почвы (см. табл. 4). Вследствие происшедших изменений гумус верхнего слоя чернозема фашии IV стал гуматно-фульватным.

В антропогенном аналоге фашии III отмечаются некоторое уплотнение верхних горизонтов и увеличение их относительной плотности в основном за счет потери гумуса. Такие категории влажности, как ВЗ и МГ, существенно не изменились, но резко возросла водоудерживающая способность гумусовых горизонтов в черноземе обыкновенном фашии IV и несколько ухудшились их фильтрационные свойства (табл. 6). На глубине 50–70 см в почвах описываемых фаший при переходе к материнской породе отмечается снижение водопроницаемости грунта, к этим глубинам приурочены максимумы выпадения углекислых солей, которые являются не только физическим, но и химическим барьером на пути миграции элементов с нисходящими потоками почвенной влаги.

Фашия V. Склон восточной экспозиции (борт лога). Разнотравный закустаренный луг (участок Отножка). Почвообразующая порода – покровный карбонатный суглинок. Почва не вскипает от соляной кислоты по всему профилю, оглеена с глубины 71 см.

- А_д 0–15 см Влажный, серый, среднесуглинистый, комковато-порошистый, слабо уплотнен, густо пронизан корнями травянистой растительности, переход в последующий горизонт постепенный по сложению, граница ровная.
- А1' 15–38 см Влажный, темно-серый, среднесуглинистый, бесструктурный, уплотнен, много тонких травянистых корней, переход постепенный по плотности, граница ровная.
- А1" 38–71 см Влажный, темно-серый, легкоглинистый, бесструктурный, плотный, корней мало, переход постепенный по окраске, граница неровная.
- АВ_г 71–98 см Очень влажный, грязно-бурый, с сизоватым оттенком по поверхности структурных отдельностей, легкоглинистый, икрянистой структуры, плотный (плотнее предыдущего), переход в последующий горизонт постепенный по сложению, граница ровная.
- В_г 98–100 см Влажный, грязно-бурый, легкоглинистый, крупноореховатый, плотный, вязкий, тонкопористый, структурные отдельности покрыты сизы-

Таблица 5

Физико-химические свойства почв фаций участка Отножка

Фация	Горизонт	Глубина, см	Гигроскопическая влажность, %	рН водной суспензии	Содержание, %		C/N	Обменные основания, мг-экв./100 г			CaCO ₃ , %
					C	N		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	
III	A	0-26	4,81	7,0	7,44	1,21	6,3	41,6	8,0	49,6	-
	AB	26-22	3,63	7,1	1,85	0,28	6,6	31,2	5,6	36,8	-
	B _к	33-54	2,84	8,2	0,97	0,28	3,5	24,8	5,6	30,4	14,50
	BC _к	54-100	2,70	8,2	0,40	-	-	19,6	3,2	22,8	16,34
IV	A _{пах}	0-16	2,02	7,0	6,33	0,99	6,4	33,2	13,2	36,4	-
	A	16-33	1,58	7,1	2,98	0,59	5,0	26,4	12,4	38,8	-
	AB	33-46	1,60	6,9	1,54	0,14	10,9	31,2	2,1	33,3	-
	B _к	46-70	0,91	8,2	-	-	-	19,6	2,8	22,4	11,53
	BC _к	70-100	1,06	8,2	-	-	-	20,0	3,1	23,1	12,60
V	A _д	0-15	2,11	6,3	12,26	0,30	40,9	38,0	13,6	51,6	-
	A1'	15-38	2,07	6,1	10,25	0,30	34,2	41,6	21,2	62,8	-
	A1''	38-71	1,63	5,7	6,22	0,51	12,2	30,8	4,0	34,8	-
	AB _g	71-98	1,56	6,7	2,35	0,33	7,1	27,2	14,0	41,2	-
VI	A _{д(τ)}	0-18	3,39	7,8	13,61	0,31	43,9	58,8	3,6	62,4	-
	A _g	18-35	2,70	7,6	5,81	0,30	19,4	58,0	18,8	76,6	-
	AB _g	35-76	2,02	7,4	0,84	0,75	1,12	29,2	20,8	20,0	-
	B _g	76-100	1,32	7,3	2,30	0,65	3,4	28,8	8,8	37,6	-

Таблица 6

Физические свойства почв фаций участка Отножка

Фация	Горизонт	Глубина, см	Плотность почвы, г/см ³	Относительная плотность	Содержание частиц, %		Категория влажности, %			Водопроницаемость, мм/ч
					<0,01 мм	<0,001 мм	МГ	ВЗ	НВ	
III	A	0-26	0,95	2,29	44,7	21,2	13,68	20,52	38,28	349
	AB	26-33	0,97	2,59	57,4	32,5	10,53	12,80	20,28	227
	B _к	33-54	1,19	2,73	62,7	36,9	9,08	13,62	21,98	231
	BC _к	54-100	1,58	2,58	62,9	35,8	8,93	13,40	22,49	61
IV	A _{пах}	0-16	1,09	2,40	56,0	27,2	10,95	15,38	53,78	41
	A	16-33	1,06	2,48	60,2	33,3	9,32	13,98	42,88	162
	AB	33-46	1,20	2,49	71,0	37,9	8,96	13,44	27,45	143
	B _к	46-70	1,50	2,58	64,4	37,7	7,62	11,43	23,95	170
	BC _к	70-100	1,58	2,57	63,3	37,3	8,93	13,40	22,50	60
V	A _{д'}	0-15	0,64	2,11	49,9	22,7	12,82	19,23	59,98	214
	A1'	15-38	0,67	2,08	42,9	18,0	12,34	18,51	74,00	319
	A1''	38-71	0,77	2,38	65,1	32,9	10,16	15,24	61,03	326
VI	A _{д(г)}	0-18	0,71	1,98	51,4	21,3	16,30	24,45	79,24	540
	A _г	18-35	0,69	1,98	64,8	27,6	15,56	23,34	85,26	146
	AB _г	35-76	1,02	2,24	66,3	35,3	11,27	16,91	45,75	72

ми гумусово-глинистыми кутанами, внутренняя часть агрегатов прокрашена гумусом, оформленных стяжений железа и марганца не отмечается.

Лугово-черноземная почва фации V неоднородна по своим физическим и химическим свойствам в основном за счет слоистости литологической основы и намытости отдельных ее горизонтов. Так, верхние гумусовые слои средне-суглинистые с преобладанием пылеватых фракций, причем доля илистых частиц в дернине достигает 22%, а в последующем горизонте резко снижается с увеличением количества крупной пыли (см. рис. 5). Горизонт A1^г - легкоглинистый с иным соотношением всех гранулометрических фракций.

В целом для этой почвы характерны удовлетворительная водопроницаемость, высокая водоудерживающая способность, рыхлое сложение (см. табл. 6). Высокая емкость поглощения и сравнительно малая относительная плотность твердой фазы почвы обусловлены значительным содержанием в верхней части профиля органического вещества. Гумусовый профиль лугово-черноземной почвы растянут: даже на больших глубинах содержание органического углерода составляет 2%, что указывает на большую подвижность органики в пределах трансэлювиальных фаций. Содержание валовых форм азота здесь намного ниже, чем в почвах элювиального местоположения (см. табл. 5).

Обращает на себя внимание большое количество обменного магния в почвенном поглощающем комплексе отдельных горизонтов. Это обстоятельство указывает на активное проявление в этих слоях глееобразования /Зайдельман, Нарокова, 1978/. В рассматриваемом случае постоянное переувлажнение отмечается с глубины 70 см, а в верхнем 40-сантиметровом слое почвы оно носит периодический характер.

Фация VI. Занимает аккумулятивное положение в сопряженном ряду фаций III(IV) - V-VI. Высокотравно-осоковый закустаренный заочкаренный заболоченный луг. Почвообразующая порода - пролювиальные отложения. Почва не вскипает от соляной кислоты по всему профилю, оглеена с поверхности. Уровень грунтовых вод подвержен сильным колебаниям, в момент описания он находится на глубине 76 см.

A_{д(т)} 0-18 см Сырой, темно-серый, мажущийся, среднеразложившийся торф с примесью минеральных иловато-пылеватых частиц, уплотнен, густо пронизан корнями осоки и разнотравья, переход по сложению постепенный, граница волнистая.

A1_г 18-35 см Очень влажный, темно-серый, иловатая легкая глина, творожисто-икрянистой структуры, плотный, живые корни травянистой растительности, встречаются непрочные железистые стяжения, переход постепенный по окраске, граница ровная.

AB_г 35-76 см Влажный, темно-серый с буроватым оттенком, иловатая легкая глина, икрянистый, плотный, отмечаются железистые примазки, переход ясный по окраске.

B_г 76-100 см Сырой, грязно-бурый с сизым оттенком, легкоглинистый, икрянистый, плотный.

Лугово-болотная почва, как и почва фации V, сформирована на слоистых отложениях, различающихся по всем изученным параметрам. Оторфованная мощная дернина содержит значительное количество илистых и крупнопылеватых частиц, но вследствие рыхлого сложения и наличия слабо-разложившихся растительных остатков хорошо фильтрует воду и обладает высокой водоудерживающей способностью. Органо-минеральный горизонт A1_г легкоглинистого состава содержит значительное количество гумуса и обладает очень высокой емкостью поглощения. Физическим и восстановительным барьером, затрудняющим вертикальную миграцию, является горизонт B_г. Слабый уклон и неудовлетворительные водно-физические свойства пролювиальных отложений приво-

дят к переувлажнению профиля почвы, а слабый внутрипочвенный сток — к еще большей неоднородности профиля.

По своим кислотнo-основным свойствам почвы нейтральные и слабощелочные, причем pH снижается в глубь профиля.

Все почвы участка Отножка не содержат в пределах органоминеральной толщи токсичных солей. Направление геохимической миграции элементов определяется в основном рельефом местности. Потоки вещества способны продвигаться от положительных форм к днищу лога, в котором выявляется ряд геохимических природных барьеров, обусловленных как водно-физическими свойствами грунтов, так и физико-химическими особенностями почв.

Фация VII. Выровненный участок вблизи разреза "Березовский".

Злаково-разнотравный остепненный луг с единичными березками. Почвообразующая порода — покровный карбонатный суглинок. Вскипание почвы от соляной кислоты отмечается от глубины 65 см.

А_д 0–6 см Свежий, темно-серый, тяжелый суглинок, комковато-пылеватый, густо пронизан корнями, переход в последующий горизонт ясный по плотности, граница ровная.

А 6–22 см Влажноватый, темно-серый с сизоватостью, тяжелый суглинок, ореховато-столбчатый, много тонких корней, плотный, переход в последующий горизонт постепенный по окраске, граница неровная (языки, затеки).

АВ 22–42 см Влажноватый, грязно-бурый, в верхней части прокрашен гумусом, тяжелый суглинок, ореховато-неяснопризмовидный, пористый, слабослоистый, переход в последующий горизонт постепенный по окраске, граница неровная.

В 42–65 см Влажноватый, бурый, тяжелый суглинок, ореховато-призмовидный, гумусовые затеки, пористый, плотнее предыдущего горизонта, переход в последующий горизонт ясный по окраске, четкий по вскипанию.

ВС_к 65–100 см Влажный, желтовато-бурый с белесым оттенком, тяжелосуглинистый, бесструктурный, плотный, вскипает от соляной кислоты.

Фация VIII. Антропогенная модификация фации VII. Посадки сосны 35–40-летнего возраста. Травяной покров разнотравно-вейниковый (мох куртинами). Почва вскипает с глубины 100 см. Материнская порода — покровные суглинки.

А_д 0–6 см Свежий, темно-серый, тяжелосуглинистый, комковато-порошистый, рыхлый, густо пронизан корнями, переход в последующий горизонт ясный, граница ровная.

А_(пах) 6–40 см Свежий, темно-серый, тяжелосуглинистый, корней среднее количество, рыхлый, гумусовые карманы до 79–80 см, переход ясный по ровной границе (горизонт старопахотный).

АВ 40–76 см Влажный, грязно-бурый, в верхней части прокрашен гумусом, мелкоореховатый, плотный (плотнее предыдущего), неяснослоистый, тонкопористый, тяжелосуглинистый, переход в последующий горизонт постепенный, граница неровная.

В 76–100 см Влажный, бурый, тяжелосуглинистый, ореховато-неяснопризмовидный, плотный, тонкопористый, затеки гумуса по ходам корней, граница ровная, переход по вскипанию четкий.

ВС_к 100–120 см Аналогичен вышележащему, но с карбонатным мицелием. Черноземы выщелоченные слабо дифференцированы по валовому химическому составу (см. табл. 1). Относительное увеличение общего содержания кремния, алюминия и натрия вниз по профилю почвы при стабильном соотношении этих элементов указывает на полевошпатовый состав минеральной основы. В верхних гумусовых горизонтах отмечается накопление ряда биофильных элементов — фосфора, кальция, калия. В кар-

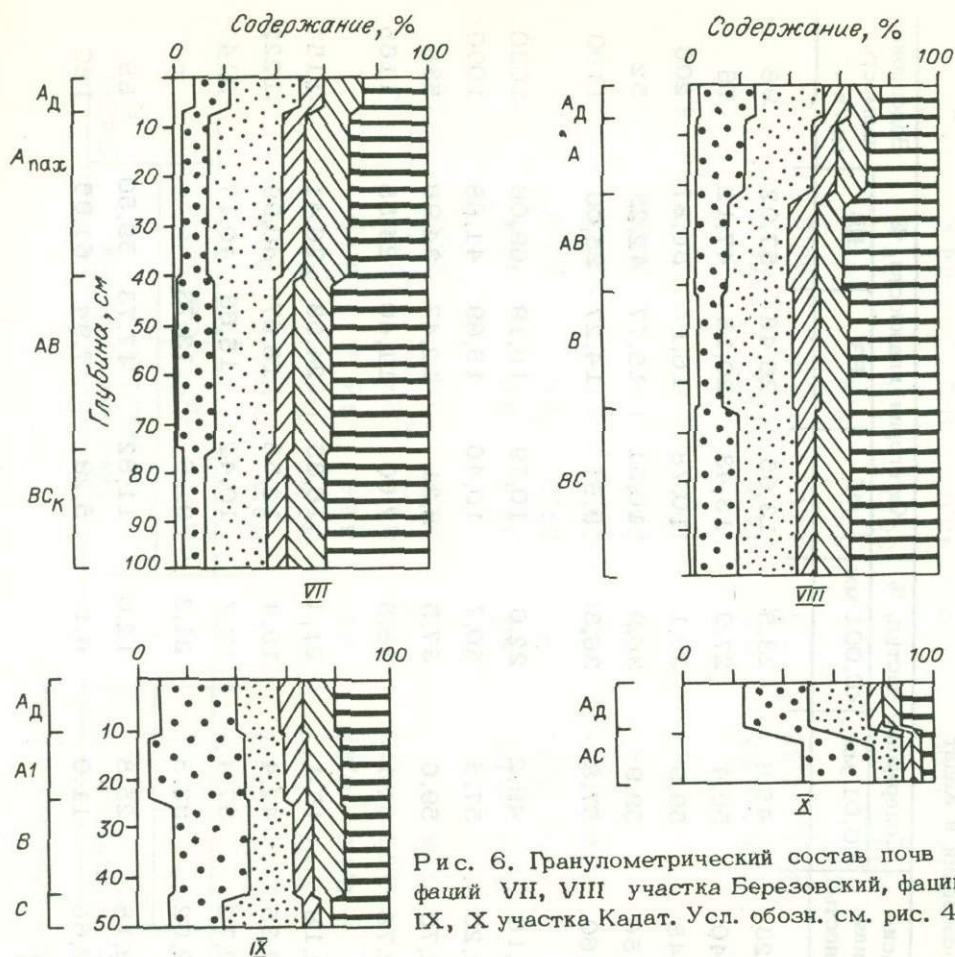


Рис. 6. Гранулометрический состав почв фаций VII, VIII участка Березовский, фаций IX, X участка Кадат. Усл. обозн. см. рис. 4.

бонатном горизонте, наряду с кальцием, отмечается увеличение содержания магния, который также может находиться в виде углекислой соли и входить в состав карбонатного псевдомицелия.

В верхней части профиля черноземов обнаруживается значительное накопление титана, входящего в состав наиболее устойчивых к выветриванию минералов (турмалин, циркон, рутил). Это обстоятельство дает основание предполагать, что литологическая основа существенно изменилась в процессе почвообразования. По данным механического анализа, верхняя часть профиля целинного выщелоченного чернозема содержит значительно меньше физической глины, в том числе и ила (рис. 6), а максимум его содержания приурочен к горизонту AB. С увеличением плотности почвы возрастает и относительная плотность твердой фазы с одновременным уменьшением всех категорий почвенной влаги (табл. 7). Наибольшей водоудерживающей способностью обладают дерновые горизонты черноземов (фации VII и VIII), однако фильтрационные свойства почв геосистем-дублей различаются. До глубины 65 см свободное передвижение влаги в целинной почве затруднено из-за невысокой (50–200 мм/ч) скорости просачивания поверхностных вод, в то время как вся толща чернозема под сосновыми посадками обладает провальной

Таблица 7
Физические свойства почв фаций участков Березовский и Кадат

Фация	Горизонт	Глубина, см	Плотность почвы, г/см ³	Относительная плотность	Содержание частиц, %		Категории влажности, %			Водопроницаемость, мм/ч
					<0,01 мм	<0,001 мм	МГ	ВЗ	НВ	
VII	A _д	0-6	0,69	2,23	45,6	23,5	13,65	20,48	57,02	98
	A	6-22	0,95	2,40	50,4	27,9	13,43	20,15	47,12	76
	AB	22-42	1,03	2,48	59,9	38,1	10,78	16,17	36,87	206
	B	42-65	1,28	2,56	59,9	36,9	10,51	15,77	42,23	52
	BC _к	65-100	1,35	2,60	57,8	36,3	9,51	14,27	25,00	1100
VIII	A _д	0-6	0,79	2,16	49,2	22,6	10,79	16,19	69,06	1030
	A _(пах)	6-40	0,89	2,20	57,5	30,7	10,46	15,69	41,88	1090
	AB	40-76	1,25	2,70	59,6	37,5	8,31	12,47	34,96	538
	B	76-100	1,39	2,78	61,1	38,8	7,60	11,40	24,55	1165
IX	A _д	0-10	0,68	2,18	45,4	21,4	16,35	24,53	76,41	1157
	A1	10-24	0,97	2,35	42,4	19,4	12,58	18,87	40,99	1222
	B	24-43	1,22	2,72	37,4	17,7	10,42	15,63	40,17	314
	C	43-58	1,41	2,62	33,8	21,3	9,15	13,73	-	-
X	A	0-9	0,93	2,18	25,8	12,6	11,82	17,73	59,50	85
	AB	9-14	1,03	2,66	11,0	4,1	5,29	7,94	61,95	186

Таблица 8

Физико-химические свойства почв фаций участков Березовский и Кадат

Фация	Горизонт	Глубина, см	Гигроскопическая влажность, %	рН водной суспензии	Содержание, %		C/N	Обменные основания, мг-экв./100 г			CaCO ₃ , %
					C	N		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	
VII	A _д	0-6	4,31	6,8	7,01	0,94	7,7	42,4	7,6	50,0	-
	A	6-22	5,10	6,6	6,57	0,83	8,1	41,6	7,2	48,8	-
	AB	22-42	3,42	7,2	2,16	0,27	8,2	32,4	4,4	36,8	-
	B	42-65	3,00	8,2	0,77	0,16	4,8	32,0	2,4	34,4	-
	BC _к	65-100	2,40	8,4	0,03	-	-	25,6	2,4	28,0	15,11
VIII	A _д	0-6	4,91	6,8	9,06	1,09	8,3	38,8	5,6	44,4	-
	A _{пах}	6-40	3,80	6,0	7,33	0,82	8,9	37,2	4,4	41,6	-
	AB	40-76	3,34	6,7	2,13	0,09	23,6	24,8	2,0	26,8	-
	B	76-100	3,01	8,1	-	-	-	26,8	1,8	28,6	-
	BC _к	100-30	2,56	8,2	-	-	-	19,2	6,8	26,0	8,97
IX	A _д	0-10	4,62	6,6	7,06	1,07	6,6	44,8	14,4	59,2	-
	A1	10-24	3,80	6,7	2,64	0,36	7,3	32,0	11,2	43,2	-
	B	24-43	3,70	6,9	0,68	-	-	35,6	6,8	42,4	-
	C	43-58	3,00	7,1	0,34	-	-	30,0	7,6	37,6	-
X	A	0-9	3,91	7,1	3,45	0,59	5,8	45,6	9,2	54,8	-
	AC	9-14	2,40	6,8	0,42	-	-	20,0	12,0	32,0	-

водопроницаемостью. В результате предварительной глубокой (до 40 см) распашки почвы под лесонасаждение произошло нарушение сложения верхней органоминеральной толщи чернозема, что сказалось как на морфологическом строении профиля, так и на его некоторых физико-химических свойствах (табл. 8).

Так, если в почве фации VII содержание около 1% органического углерода на глубине 42–65 см обязано в основном проникновению гумуса по ходам корней, то в черноземе фации VIII на этой же глубине его содержится до 2%, причем органическое вещество пропитывает всю минеральную массу этого слоя.

Обращает на себя внимание также меньшее количество карбонатов в горизонте BC_k пахотного чернозема и большая глубина их залегания, чем в фации спонтанного развития.

Гумус чернозема остепненного луга гуматного типа, с преобладанием фракции ГК, связанной с кальцием, количество которого несколько превышает содержание кальция в обменной форме (см. табл. 4). Степень гумификации высокая по всему гумусовому профилю. В переходном горизонте АВ отмечается повышенное содержание гуминовых кислот, связанных с кальцием, и фульвокислот фракции ФК-3, что указывает на потечный характер органики в этом горизонте.

В отличие от своего аналога чернозем фации VIII имеет более подвижный характер гумуса. В переходном горизонте, расположенном значительно глубже, чем горизонт АВ почвы фации VII, нерастворимый остаток составляет лишь 3,7% от общего содержания углерода, а количество фракций ГК-2 и ФК-3 больше. Во всем гумусовом профиле преобладают фульвокислоты, связанные с фракцией ГК-3, возрастает и процентное содержание полуторных окислов, взаимодействующих с органическим веществом. Изменение характера и состава поступающего на поверхность опада повлияло на групповой состав гумуса дернового горизонта чернозема фации VIII. В его составе резко уменьшилась доля гуминовых кислот и большая часть органического вещества дернины представлена веществами, определяемыми вместе с фульвокислотами, соответственно снижается и степень гумификации. Таким образом, в исследованных выщелоченных черноземах наряду с активными процессами гумусообразования и вторичного минералообразования имеет место передвижение органического вещества в пределах профиля, причем при распашке интенсивность этого процесса возрастает.

Фация IX. Выположенный участок в верхней трети склона юго-восточной экспозиции (участок Кадат). Березовый лес паркового типа бобово-разнотравный. Защеплен с глубины 43 см. Почва от соляной кислоты не вскипает. Материнская порода – бескарбонатный элювио-делювий аргиллитов. На поверхности почвы отмечается фрагментарная подстилка из слаборазложившегося опада березовых листьев и трав.

А 0–10 см Влажный, темно-серый с буроватым оттенком, тяжелосуглинистый, мелкоореховатый, рыхлый, густо пронизан корнями, переход в последующий горизонт постепенный, граница неровная.

А1 10–24 см Влажный, буровато-серый, среднесуглинистый, ореховато-неяснокомковатый, тонкие травянистые корни, единично-древесные, уплотнен, переход в последующий горизонт постепенный по окраске, граница ровная.

В 24–43 см Влажный, грязно-бурый, среднесуглинистый с гравием и дресвой, неясноореховато-призмовидный, кутаны более темной окраски, корней среднее количество, переход в последующий горизонт ясный, граница ровная.

С 43–58 см Влажный, неоднородный по окраске: на общем коричневато-буrom фоне зеленоватые и белесые пятна, неоднородный по гранулометрическому составу, сильно зашебнен (до 70%), очень плотный, обломки породы до 10 см с тонкими пятнистыми кутанами.

Фация X. Точка наблюдений расположена в 50 м к юго-востоку от предыдущей, в верхней трети склона юго-восточной экспозиции. Знаково-попынная степь. Материнская порода – элювио-делювий аргиллитов. На поверхности – камни.

А 0–9 см Влажный, темно-серый, пылеватый легкий суглинок, творожистый, рыхлый, большое количество дресвы и камней (10–20%), густо пронизан корнями, переход в последующий горизонт резкий по окраске и каменности, граница ровная.

АС 9–14 см Грязно-бурый с зеленоватым оттенком щебня породы, неоднородный по гранулометрическому составу, в верхней части много корней, переход в последующий горизонт постепенный, граница неясная.

СД 14–20 см Щебень и камни (обломки алевролитов) с небольшим количеством коричневато-бурого мелкозема, единичные корни по трещинам между камнями.

При анализе данных по содержанию валовых форм химических элементов в мелкоземе темно-серой лесной почвы установлено накопление в верхних горизонтах алюминия при относительно стабильном в пределах профиля содержании (см. табл. 1). Существенное количество железа отмечается в иллювиальном горизонте, к которому приурочен минимум содержания илестых частиц (см. рис. 6).

Следует отметить, что физическая глина дернового горизонта представлена в основном органическим веществом (относительная плотность 2,18), а нижележащая масса – органоминеральными соединениями и минеральными образованиями выветрелой породы, чем и объясняются тяжелосуглинистый состав горизонта А_д и его высокая емкость поглощения. В составе поглощающего комплекса этой почвы значительную долю занимает магний, содержание которого в породе и мелкоземе достигает 20% от емкости поглощения (см. табл. 8).

Темно-серая лесная почва предгорий Кузнецкого Алатау имеет слабкокислую реакцию в верхней части профиля, а при переходе к породе – нейтральную. Гумусовый профиль почвы сложный: в дерновом горизонте – гуматный, в гумусово-аккумулятивном – фульватный с преобладанием фракций ФК-2 и ФК-3. Высвобождающиеся в процессе выветривания полуторные окислы и кальций образуют с органическими веществами прочные комплексы. В почве фации IX при достаточном увлажнении возможно возникновение бокового внутрипочвенного стока, поскольку иллювиальный по полуторным окислам горизонт несколько за-

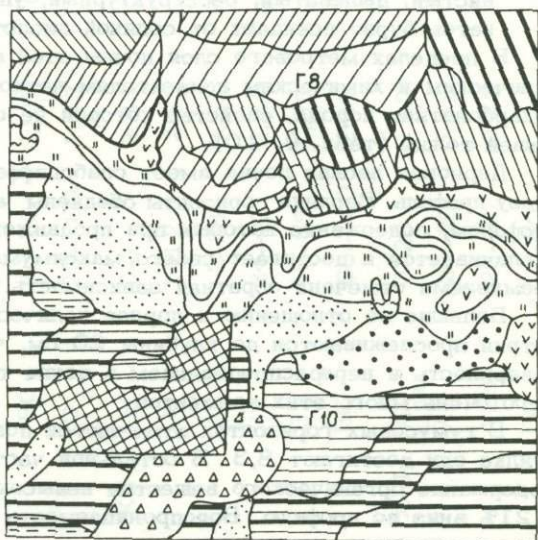


Рис. 7. Ландшафтная картосхема Назаровского экспериментального полигона. Усл. обозн. см. рис. 2.

трудняет вертикальное передвижение почвенных растворов, а горизонт С обладает очень плотным сложением.

Слаборазвитый чернозем фации X практически не дифференцирован по химическому составу. Реакция водной суспензии почвы нейтральная, содержание тонких частиц незначительно. Плотная дернина, обладая высокой водоудерживающей способностью, слабо фильтрует воду. В этой фации ярко выражен поверхностный сток. Гумус маломощного дернового горизонта гуматного типа с преобладанием фракций гуминовых кислот, связанных как с полуторными окислами, так и с кальцием. Доля фульвокислот незначительна.

Фации XI–XIII принадлежат южносибирскому подтаежному низкогорному и предгорному геому, имеющему наиболее широкое распространение на Назаровском экспериментально-геохимическом полигоне (рис. 7). Ниже приводятся их описания и общая ландшафтно-геохимическая характеристика.

Фация XI. Привершинная вышележащая часть хр. Арга в 4 км к северо-северо-востоку от Назаровской ГРЭС. Осиново-березовый высокотравный лес. Почвообразующая порода – элювио-делювий алевролитов, подстилаемый мел-палеогеновой корой выветривания. Почва вскипает с глубины 70 см.

АО 0–1 см Сырая, грязно-бурая, слаборазложившаяся подстилка из листьев березы, осины и трав.

А_д 1–6 см Влажный, серый с буроватым оттенком, средний суглинок, порошистый, рыхлый, густо пронизан корнями трав, единичны корни древесных пород, переход по плотности ясный, граница ровная.

А1 6–21 см Свежий, серый с буроватым оттенком, средний суглинок, комковато-порошистый, слабо уплотнен, много тонких и древесных корней, отмечается грибной мицелий, граница неровная, переход по окраске постепенный.

В 21–46 см Влажный, бурый с красноватым оттенком, средний суглинок, ореховато-призмовидный, трещиноватый, плотный, отмечается древесный уголь (обуглившиеся корни), единично – щебень, реже – мелкая дресва, корней мало, переход постепенный по окраске, граница неровная.

ВС 46–70 см Влажный, коричнево-бурый, среднесуглинистый, неяснопризмовидный, плотный, корней мало, переход по окраске и вскипанию ясный, граница ровная.

Д_к 70–100 см Свежий, красно-бурый, при высыхании белесый, среднесуглинистый, пылеватый, бесструктурный, уплотнен. Мучнистая масса карбонатов бурно вскипает от соляной кислоты.

В пределах метрового слоя почвы этой фации на глубине 70 см по всем физическим и химическим показателям четко выделяется подстилающая сильнокарбонатная порода, свойства которой не сказываются на химизме вышележащей толщи (табл. 9, 10).

Дерновая лесная почва имеет слабодифференцированный по валовому составу профиль. Верхние горизонты обеднены алюминием, железом, калием и фосфором, содержание которых при продвижении вниз по профилю постепенно увеличивается и достигает своего максимума на глубине 46–70 см. Для кремнезема отмечена обратная зависимость.

Большие по отношению к породе количества кальция, магния и отчасти натрия прослеживаются до глубины 20 см, что связано с поступлением на поверхность и перераспределением в почве техногенного вещества, содержащего очень много этих элементов.

В гумусовых горизонтах отмечаются повышенные значения рН, а в подстилке они достигают 8,3. В остальной части профиля реакция слабокислая. Содержание органического вещества невысокое и постепенно снижается до 0,21% вниз по профилю. Водопроницаемость дернового горизонта очень вы-

Таблица 9
Физико-химические свойства почв фаций участка Арга

Фация	Горизонт	Глубина, см	Гигроскопическая влажность, %	рН водной суспензии	Содержание, %		C/N	Обменные основания, мг-экв./100 г			CaCO ₃ , %
					C	N		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺ +Mg ²⁺	
XI	AO	0-1	7,59	8,3	50,66	-	-	64,8	8,6	73,4	-
	A _д	1-6	3,83	7,4	4,73	0,32	14,8	41,6	4,2	45,8	-
	A1	6-21	2,09	6,7	1,57	0,17	9,2	22,4	2,0	24,4	-
	B	21-46	2,41	6,7	0,46	0,04	11,2	23,9	3,1	27,0	-
	BC	46-70	2,96	6,7	0,21	-	-	24,7	3,1	27,8	-
	D _к	70-100	1,42	8,6	0,18	-	-	22,2	1,0	23,2	30,64
XII	AO	0-1	8,84	7,7	77,14	-	-	65,4	10,9	76,3	-
	A _д	1-12	2,62	7,5	3,13	0,28	11,2	22,4	4,1	26,5	-
	A1A2	12-24	0,82	6,6	0,86	0,12	7,2	10,2	3,1	13,3	-
	B1	24-40	2,24	6,3	0,48	0,14	3,4	13,3	5,1	18,4	-
	B2	40-65	1,05	6,3	0,45	0,09	5,0	16,3	9,2	25,5	-
	BC	65-100	2,69	6,2	0,27	-	-	45,3	10,3	55,6	-
XIII	A _{пах}	0-20	0,82	7,3	1,18	0,75	1,6	20,8	0	20,8	-
	AB	20-29	0,61	6,8	2,86	0,33	8,7	11,2	12,0	22,2	-
	A2B	29-51	0,75	6,5	0,56	0,38	1,5	13,2	12,0	25,2	-
	BC	51-80	1,06	6,3	0,20	-	-	-	-	-	-

Таблица 10

Физические свойства почв фаций участка Арга

Фация	Горизонт	Глубина, см	Плотность почвы, г/см ³	Относительная плотность	Содержание частиц, %		Категория влажности, %			Водопроницаемость, мм/ч
					<0,01 мм	<0,001 мм	МГ	ВЗ	НВ	
XI	A _д	1-6	0,96	2,41	36,4	17,2	10,62	15,93	63,93	1 229
	A1	6-21	1,76	2,44	32,2	15,6	5,77	8,66	32,59	265
	B	21-46	1,99	2,47	31,8	19,2	8,24	12,36	24,04	177
	BC	46-70	2,02	2,53	36,1	21,8	7,97	11,96	25,00	180
	D _к	70-100	1,98	2,62	35,4	16,7	4,81	7,22	29,78	801
XII	A _д	1-12	1,09	2,37	33,4	19,4	7,41	11,12	48,55	1381
	A1A2	12-24	1,83	2,41	33,6	14,6	4,25	6,38	24,53	2312
	B1	24-40	2,06	2,59	45,2	27,3	7,00	10,50	23,71	62
	B2	40-65	2,11	2,64	41,0	28,5	7,32	10,98	24,39	131
	BC	65-100	2,13	2,76	42,3	29,0	8,33	12,50	-	-
XIII	A _{пах}	0-20	1,74	2,34	33,1	10,7	3,78	5,67	26,89	3
	AB	20-29	1,91	2,73	43,1	21,5	3,24	4,86	28,90	3
	A2B	29-51	1,97	2,77	38,8	20,2	4,40	6,60	23,71	291
	BC	51-80	2,10	2,76	55,0	23,9	7,50	11,25	24,40	130

сокая и постепенно снижается по мере уплотнения почвенной массы. Аналогичным образом происходит изменение различных категорий почвенной влаги при абсолютно низких значениях МГ и ВЗ. Вододерживающая способность почвы, за исключением дернины, невелика, и при интенсивных осадках влага может проникать на значительную глубину.

Фацция XII. Средняя часть пологого склона южной экспозиции хр. Арга. Точка наблюдений расположена в 150 м к югу от предыдущей. Сосново-березовый папоротниковый короткокожково-осоково-вейниковый лес. Почвообразующая порода - элювио-делювий алевролитов.

АО 0-1 см Слаборазложившийся опад из хвои и растительных остатков.

A1 1-12 см Свежий, серый с белесой присыпкой в нижней части, среднесуглинистый, комковато-порошистый, рыхловатый, пронизан корнями травянистой и древесной растительности, переход по окраске постепенный, граница неровная.

A1A2 12-24 см Свежий, буровато-серый с кремнеземистой присыпкой, опесчаненный средний суглинок, ореховато-призмовидный, уплотнен, корней среднее количество, переход постепенный по сложению и окраске, граница ровная.

B1 24-40 см Свежий, коричневатобурый, тяжелосуглинистый, ореховатонеяснопризмовидный, плотный, корней мало, включение щебня, переход по окраске постепенный, граница ровная.

B2 40-65 см Влажный, коричнево-бурый (темнее предыдущего), тяжелосуглинистый, ореховато-глыбистый, плотный, корней мало, единичные включения щебня и дресвы, переход по окраске и степени зашебренности постепенный, граница ровная.

BC 65-100 см Влажный, коричнево-бурый, неоднородный по гранулометрическому составу, тяжелый суглинок и линзы супеси, отмечаются глинисто-гумусовые кутаны с кремнеземистой присыпкой по граням глыбистых отдельностей, корни единичны, зашебнен на 10-20%, очень плотный.

Фацция XIII. Антропогенная модификация фацции X - пашня, за период наблюдений засевавшаяся клевером с люцерной и пшеницей. Точка наблюдений расположена в 50 м к востоку от предыдущей.

A_{пах} 0-20 см Влажный, серый, среднесуглинистый, комковато-глыбистый, уплотнен, остатки корней культурной растительности (пшеницы, клевера), переход в последующий горизонт ясный по плужной подошве.

AB 20-29 см Влажный, серый с буроватым оттенком, среднесуглинистый, комковатый, уплотнен, тонкопористый, присыпка SiO₂ по периферии агрегатов, корней мало, переход в последующий горизонт постепенный по окраске, граница ровная.

A2B 29-51 см Влажный, бурый с коричневатым оттенком, среднесуглинистый, неяснопризмовидно-ореховатый, пористый, присыпка SiO₂ по граням структурных отдельностей, плотный, переход в последующий горизонт постепенный по окраске, граница ровная.

BC 51-71 см Влажный, коричнево-бурый, неоднородный по гранулометрическому составу, тяжелый суглинок и прослойки - линзы супеси, отмечаются глинисто-гумусовые кутаны с кремнеземистой присыпкой по граням глыбистых отдельностей, корней нет, зашебнен, очень плотный.

В отличие от дерновой лесной светло-серая лесная почва фацции XII имеет элювиально-иллювиальное строение профиля. Максимальные количества

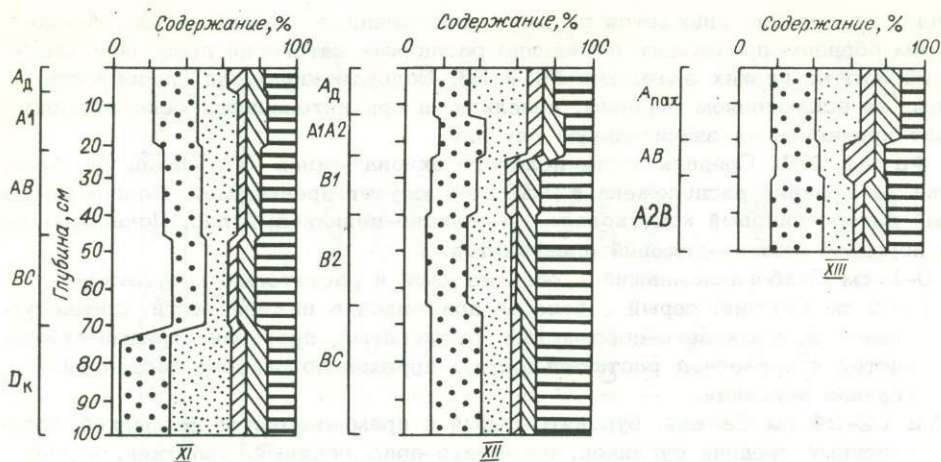


Рис. 8. Гранулометрический состав почв фаций XI, XII, XIII участка Арга. Усл. обозн. см. рис. 4.

кремнезема отмечаются в пределах слоя 0–24 см. Горизонт A1A2 обеднен калием, кальцием и полуторными окислами. Здесь относительно породы происходит накопление марганца, магния и отчасти фосфора. Увеличение доли кальция в дерновом горизонте объясняется его избыточным поступлением в геосистеме участка Арга с техногенными потоками. Максимальное содержание всех элементов отмечается в иллювиальных и переходных к породе горизонтах.

Элювиальный и дерновый горизонты светло-серой лесной почвы содержат значительно меньше физической глины, имеют меньшую плотность (см. рис. 8). Содержание гумуса низкое. В поглощающем комплексе мало обменных оснований при невысокой емкости поглощения. Почвы характеризуются крайне низкими значениями максимальной гигроскопической влаги и влажности завядания. При небольшой водоудерживающей способности дерновый и элювиальный горизонты обладают провальной водопроницаемостью в отличие от иллювиальных плотных горизонтов, что предопределяет периодически застойный режим влаги в верхних слоях этой почвы.

В результате распашки в антропогенной модификации светло-серой лесной почвы (фация XIII) произошло уплотнение верхних слоев, приведшее, в свою очередь, к практически полной потере фильтрующей способности с поверхности. Значительно снизилось содержание органического вещества, а возрастание его миграционной способности проявилось в потечности гумуса с образованием покрашенного переходного горизонта AB.

Изменился и состав почвенного поглощающего комплекса. В верхних горизонтах произошло резкое увеличение доли обменного магния по сравнению с кальцием. В пахотном слое магний в обменной форме отсутствует. Слабощелочные свойства отмечаются в пределах пахотного горизонта, а иллювиальные горизонты как на пашне, так и в целинной почве имеют слабокислую реакцию водной суспензии.

Таким образом, воздействие техногенного поступления вещества проявилось в основном в изменении отдельных химических параметров почв участка Арга, причем в антропогенно измененной почве хемогенное воздействие на ее свойства сказалось значительно сильнее.

К факторам, обуславливающим интенсивность и направление геохимиче-

Таблица 11

Среднегодовое поступление химических элементов с осадками (1981-1983 гг.), кг/га

Фация	Осадки	pH	C _{орг}	N	C _{мин}	Ca	Mg	K	Na	Нерастворимые вещества
I	Снег	6,3-6,6	13,60	19,12	2,94	12,46	0,81	2,06	1,81	304,51
	Дождь	6,0-6,7	8,64	0	4,17	2,70	4,44	0	3,36	-
	За год	-	22,24	19,12	7,11	15,16	5,25	2,06	5,17	304,51
II	Снег	6,5-6,6	3,24	7,60	0,89	3,26	0,32	0,32	0,52	82,12
	Дождь	6,0-6,7	8,64	0	4,17	2,70	4,44	0	3,36	-
	За год	-	11,88	7,60	5,06	5,96	4,76	0,32	3,88	82,12
III-IV	Снег	6,2-6,4	15,00	3,80	10,62	17,5	0,14	0,10	0,26	203,3
	Дождь	6,0-6,7	8,64	0	4,17	2,70	4,44	0	3,36	-
	За год	-	23,64	3,80	14,79	20,2	4,58	0,10	3,62	203,3
XI-XIII	Снег	9,5-10,5	9,66	36,39	24,13	31,58	8,60	2,44	3,34	1189,30
	Дождь	6,8-6,9	15,0	0	10,62	17,50	7,50	0	2,32	-
	За год	-	24,66	36,39	34,75	49,08	16,10	2,44	5,66	1189,30

ской миграции, наряду с биотой, физическими и физико-химическими свойствами почв и грунтов, можно отнести степень расчлененности территории, ее общий и местный уклон, а также климатические особенности.

Назаровская котловина является самым северным и наиболее опущенным звеном Минусинского межгорного прогиба /Природа..., 1983/. Ее территория дренируется рядом рек, наиболее крупные из которых – Чулым и Урюп – транзитные. Малые постоянные и временные водотоки расчленяют внутреннюю часть котловины, представляющую собой волнистую и слабоволнистую равнину, окаймленную низкогорными хребтами. Питание рек в основном снеговое.

В пределах днища Назаровской котловины выпадает в среднем 450–520 мм осадков в год, в горном обрамлении их количество возрастает до 550–650 мм, причем 70–85% приходится на теплый период. Годовая испаряемость для центральных районов котловины превышает по расчетным данным годовое выпадение осадков на 150–250 мм. Радиационный индекс сухости, характеризующий соотношение тепла и влаги, в южных районах Назаровской впадины достигает 1,2–1,3, а в ее северных районах приближается к 1,0.

Важным источником поступающего в геосистемы вещества являются атмосферные выпадения. Общее количество дождевых осадков в исследуемых геосистемах – дублях можно принять одинаковым, но запасы воды и сорбированных веществ в снеге по фациям значительно различаются (табл. 11), что вызвано ветровым перераспределением твердых осадков. Следует отметить существенное изменение химизма метеорологических осадков под влиянием выбросов ГРЭС, выпадающих в пределах подтаежных геосистем хр. Арга.

Погодные условия за время проведения режимных работ (1979–1984 гг.) были неоднородны как по температурному режиму, так и по количеству осадков и характеру их распределения в течение года.

В 1979–1980 гг. зима была теплая и многоснежная, основная доля весенних осадков отмечена в мае. Лето характеризовалось как умеренно теплое с количеством осадков в пределах нормы. Осень холодная и дождливая. Весной 1981 г. произошло раннее таяние снега, причем в Шарыповском районе осадков в это время зарегистрировано мало, а в Назаровском – 120% нормы. Максимум летних осадков приходится на июль – август. Меньше, чем обычно, было снега зимой 1982 г., зато весна характеризовалась большим (до 1,5–2 норм) количеством осадков. К особенностям 1982 г. следует отнести обилие летних ливневых дождей и засушливость в августе. Зима 1983 г. холодная с малым количеством снега и сильными ветрами, весна – затяжная и холодная. В летнее время осадки выпадали преимущественно в виде ливней. Та же закономерность прослеживалась и в летний период 1984 г.

Такое разнообразие погодных условий периода наблюдений в сочетании с широким спектром свойств изучаемых объектов дает нам основания считать результаты исследования динамики вещества в геосистемах западного участка КАТЭКа в достаточной степени репрезентативными как во временном, так и в пространственном аспектах.

Глава 4

ДИНАМИКА ВЕЩЕСТВА ГЕОСИСТЕМ СПОНТАННОГО РАЗВИТИЯ И ИХ АНТРОПОГЕННЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МОДИФИКАЦИЙ

Как известно, все природные образования находятся в состоянии непрерывного развития. Вещество, составляющее геосистемы, постоянно изменяется во времени и в пространстве. Временные изменения его количества и

химического состава, называемые динамикой вещества, определяются процессами трансформации, миграции и аккумуляции всего комплекса отдельных химических соединений и их групп. Динамика вещества — это один из важнейших аспектов общей динамики геосистем, ее вещественная составляющая, проявляющаяся в рамках определенных инвариантов геосистем, так как коренные количественные и качественные изменения вещества, связанные со сменой самих инвариантов, обуславливают (и, в свою очередь, сами ею определяются) эволюцию геосистем.

Среди всех компонентов геосистемы почва обладает наибольшей способностью не только накапливать и нести в себе информацию об основных этапах развития ландшафта в процессе эволюции, но и отражать сегодняшние, "сиюминутные" изменения под воздействием как естественных, так и антропогенных факторов, обусловленных "почвой-моментом" /Соколов, Таргульян, 1976/, или "почвой-жизнью" /Роде, 1980/.

Наиболее мобильными и динамичными параметрами почвы, наряду с влажностью и температурой верхней части профилей почв, являются ее газовый состав и численность микроорганизмов, которые способны изменять свои отдельные абсолютные значения в довольно широком диапазоне в течение сезона, суток и даже часов /Аристовская, 1975, Макаров, 1977/. Для таких же консервативных свойств почвы, как валовой и гранулометрический состав, строение профиля, имеющих длительное характерное время /Арманд, Таргульян, 1974/, динамическая составляющая выявляется в течение десятков и тысяч лет. Циклические и нерегулярные колебания состава и свойств жидкой фазы почв проявляются в суточных и месячных интервалах времени и регистрируются в течение года или вегетационного периода /Ковда, 1946; Орловский, 1964; Ковалев и др., 1976; Снытко, 1978/.

Поскольку миграция вещества естественной и техногенной природы происходит в основном в водных растворах как в виде свободных ионов, так и в форме органоминеральных соединений и взвешенных частиц на фоне определенных физико-химических свойств почвенного профиля, основное внимание в наших работах было уделено именно динамике состава жидкой фазы почв геосистем.

Необходимо отметить, что все методы выделения почвенных растворов условны и неадекватно отражают истинную ситуацию, имеющую место в живой почве. Наиболее корректные результаты, приближенные к натуральным условиям, дает метод непосредственного исследования водной фазы в почве естественного залегания в полевых условиях с помощью ионоселективных электродов /Быстрицкая и др., 1981/. При помощи этого метода, требующего соответствующей инструментальной базы при учете ряда ограничений (отсутствие мешающих ионов, компенсации температуры, наличие определенного количества влаги и др.), возможно измерить активность отдельных ионов или их групп. Однако все пересчеты на абсолютное содержание того или иного элемента являются условными, что затрудняет интерпретацию и сравнение полученных результатов ввиду отсутствия в настоящее время шкал, подобных шкале рН.

Потенциометрические измерения, проведенные нами в почвах исследуемых геосистем с помощью иономера И-102, не дали положительных результатов и значимых различий вследствие низких концентраций изучаемых почвенных растворов.

Методы выделения почвенных растворов при помощи давления, замещения инертными жидкостями, газами и центрифугированием широко применяются в специальных исследованиях, посвященных изучению генезиса почв /Скрынникова, 1977/. Данные методы требуют обработки большой массы почвенных

образцов, что весьма трудоемко, и поэтому они не позволяют в достаточной степени обеспечить репрезентативность выборки показателей с высокой площадной вариабельностью.

Получение почвенных растворов, собираемых лизиметрами, применяется довольно широко и вполне доступно там, где имеется свободный отток гравитационной влаги /Шилова и др., 1963; Применение..., 1972/. Следует отметить, что лизиметрические воды являются той частью почвенных растворов, которая способна активно передвигаться по профилю почвы, и их химический состав не дает нам сведений о свойствах сорбционной и рыхлосвязанной почвенной влаги.

В наших исследованиях плосковрезные лизиметры конструкции Е.И. Шиловой /Шилова, 1972; Методы..., 1977/ из винилпласта площадью 40x50 см устанавливались на глубине 20 см в нижней части гумусовых горизонтов почв. Откачка вод из приемников, которыми служили полиэтиленовые бутылки емкостью 1 л, производилась 3 раза в течение года: в весеннее, летнее и осеннее время. Лизиметрические воды в количествах, необходимых для химических анализов, были получены в лесных почвах фации I (весной) и фаций XI—XII (весной, осенью). В исследуемых черноземах сколько-нибудь значимых количеств свободных почвенных растворов в течение всех сроков наблюдений выделено не было.

Материал, полученный методом хроматографических лизиметрических колонок /Кауричев, Ноздрунова, 1960/, позволяет судить не только о направленности процессов миграции, но и об их интенсивности и масштабах. Проведенные эксперименты по использованию в качестве сорбентов органических синтетических ионообменных смол (аниониты и катиониты) при установке их в почвах на разных глубинах не дали положительных результатов. Поэтому для учета масштабов вертикального передвижения водорастворимых соединений в почвах изучаемых геосистем применялись хроматографические колонки с окисью алюминия, опыт использования которых хорошо зарекомендовал себя при исследовании особенностей миграции вещества в почвах степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья /Семенов, 1977а, б/.

Для предотвращения спрессовывания слоя окиси алюминия, наступающего в результате изменения степени его увлажненности при установке колонки на длительный срок в почву, в общую массу сорбента вносилось измельченное стекло в соотношении 1:10. Колонки в 2–3-кратной повторности помещались в подготовленные ниши разрезов под генетическими горизонтами в пределах предполагаемых глубин промачивания почв. Экспозиция за время наблюдений (1982–1984 гг.) составляла один год. Извлеченный сорбент просеивался и исследовался на содержание подвижных элементов, результаты пересчитывались на единицу площади.

Углерод сорбированного органического вещества анализировался по методу Тюрина, азот – колOMETрически с реактивом Несслера. Железо извлекалось раствором серной кислоты, а затем его содержание определялось сульфасалициловым методом до и после разрушения органического вещества перекисью водорода. В 1 н. сернокислой вытяжке кальций и магний определялись трилонометрически, а натрий и калий – на пламенном фотометре /Ариушкина, 1970/. К сожалению, исходная окись алюминия оказалась загрязненной магнием, калием и натрием, вследствие чего результаты по этим элементам недостоверны.

Необходимо отметить, что данные по миграции вещества, полученные таким способом, до некоторой степени условны, так как при анализе адсорбента из хроматографических колонок не учитывалась возможная диффузия ионов в адсорбент под влиянием градиента концентраций /Карпачевский,

Ноздрунова, 1974/. Это поглощение, определяемое только взаимодействием системы "твердая фаза почвы – адсорбент", может достигать 3–4 мг-экв. катиона на 100 г ионита /Карпачевский, Киселева, 1969/. Таким образом, истинные масштабы миграции вещества в профиле почв, по-видимому, несколько менее значительны в сравнении с результатами анализа сорбента. Тем не менее метод лизиметрических колонок Кауричева – Ноздруновой является единственным применимым для прямого учета веществ, мигрирующих в профиле изучаемых почв, поскольку, как указывалось выше, в отдельных фациях не удается получить лизиметрические воды.

Правомерность использования водной вытяжки из образцов почв при изучении водно-солевых режимов не вызывает сомнений у большинства исследователей /Роде, 1971; Козловский, 1977; Афанасьева, 1980; и др./ При использовании этого метода в незасоленных почвах необходимо учитывать тот факт, что при извлечении почвенных растворов обработкой почвы водой в соотношении 1:5 в вытяжку переходит намного больше веществ, чем их содержится в живой почве, причем с увеличением отношения между количеством воды и почвой концентрация вытяжки возрастает непропорционально /Гедройц, 1975/. Таким образом, состав водной вытяжки из незасоленных почв характеризует общие запасы легкорастворимых соединений и мобильных веществ почв, способных при определенных условиях переходить в почвенные растворы.

К недостаткам метода следует отнести некоторое занижение результатов по определению содержания отдельных элементов при приготовлении вытяжки из воздушно-сухих образцов. Однако при сравнительном анализе данных, полученных в стандартизированных условиях отбора, высушивания образцов почв и определения химического состава водной вытяжки, изменения, вызванные условиями хранения, до некоторой степени нивелируются.

Образцы для определения влажности и химического состава отбирались в начале и середине каждого месяца буровым методом в трехкратной повторности на глубинах 0–5, 5–10 и далее через 10 см до 100 см, доводились до воздушно-сухого состояния, просеивались и исследовались по общепринятым методикам /Аринущкина, 1970; Агрохимические..., 1975/. Содержание органического углерода определялось методом Тюрина после высушивания при 80°C аликвоты вытяжки. В дальнейших расчетах углерод бикарбонатной щелочности и щелочности от растворимых карбонатов переводился в $S_{\text{мин}}$ умножением на условные коэффициенты 0,197 и 0,2 соответственно. Запасы элементов рассчитывались с учетом плотности каждого слоя на единицу площади.

Для выявления статистической достоверности полученных результатов проводился отбор образцов из почв фаций на площади 25 x 25 м шагом через 5 м. Данные статистической обработки результатов по содержанию элементов в водной вытяжке и влажности почв одной из лесных фаций (I) указывают на значительную изменчивость изучаемых параметров во времени, которая значительно превышает их площадную неоднородность (табл. 12).

Метод водной вытяжки наиболее пригоден, так как дает нам вполне воспроизводимые и сопоставимые сведения о динамике общих запасов легкорастворимых веществ в почвах лесостепных геосистем.

Сравнительный анализ данных режимных наблюдений по фациям I и II выявил значительные различия в характере сезонного распределения в профиле почв изучаемых почвенно-геохимических показателей. Так, при несколько большем количестве органоминеральной массы под лесом по сравнению с пашней почвы фации I содержат больше влаги в течение вегетационного периода, и запасы ее могут существенно изменяться в течение года (рис. 9).

Таблица 12

Статистические параметры распределения содержаний водорастворимых веществ ($n \cdot 10^{-2}\%$) и влаги (%) в темно-серой лесной почве фаши I

Показатель	Глубина, см	Пространственное распределение				Временное распределение			
		\bar{M}	$\pm m$	$\pm \sigma$	Коэффициент вариации, %	\bar{M}	$\pm m$	$\pm \sigma$	Коэффициент вариации, %
$C_{\text{орг}}$	0-5	3,01	0,11	0,52	17	2,74	0,20	0,59	20
	5-10	2,28	0,13	0,62	27	2,60	0,33	1,00	38
	10-20	1,70	0,08	0,35	21	2,00	0,18	0,53	27
	20-30	1,33	0,07	0,34	26	2,46	0,34	1,02	41
	30-40	1,04	0,06	0,31	30	1,59	0,21	0,63	40
	40-50	1,01	0,09	0,39	39	3,80	0,96	2,28	60
HCO_3^-	0-5	1,72	0,09	0,45	26	2,40	0,48	1,40	58
	5-10	0,70	0,02	0,09	13	2,00	0,40	1,30	65
	10-20	0,82	0,02	0,11	13	4,26	1,05	3,16	74
	20-30	0,76	0,02	0,08	11	1,84	0,46	1,37	74
	30-40	0,69	0,02	0,08	12	1,87	0,47	1,42	76
	40-50	0,54	0,02	0,08	15	1,59	0,36	1,09	69
Ca^{2+}	0-5	0,50	0,03	0,15	30	0,82	0,25	0,58	71
	5-10	0,28	0,01	0,06	23	0,90	0,25	0,74	82
	10-20	0,34	0,01	0,05	15	0,53	0,05	0,15	28
	20-30	0,24	0,01	0,05	21	0,50	0,07	0,21	42

Mg ²⁺	30-40	0,20	0,01	0,05	25	0,45	0,05	0,16	36
	40-50	0,19	0,01	0,03	16	0,43	0,05	0,17	40
	0-5	0,10	0,01	0,03	30	0,22	0,05	0,14	64
	5-10	0,05	0,01	0,02	40	0,12	0,02	0,07	58
	10-20	0,06	0,01	0,02	33	0,11	0,02	0,06	54
	20-30	0,08	0,01	0,02	25	0,11	0,02	0,06	54
	30-40	0,08	0,01	0,01	13	0,08	0,02	0,07	88
Влага	40-50	0,05	0,01	0,02	40	0,12	0,02	0,07	58
	0-5	40,38	0,96	6,93	17	43,80	3,50	15,40	35
	5-10	10,17	0,51	3,70	12	35,30	1,90	8,49	24
	10-20	27,14	0,42	3,07	11	32,70	2,35	19,25	31
	20-30	24,24	0,47	2,75	11	27,68	1,79	7,82	28
	30-40	23,30	0,43	2,46	11	27,26	2,39	10,43	38
	40-50	23,00	0,39	2,24	10	24,84	1,68	7,31	29

Примечание. \bar{M} - среднее значение; $\pm m$ - ошибка среднего; $\pm \sigma$ - среднеквадратическое отклонение.

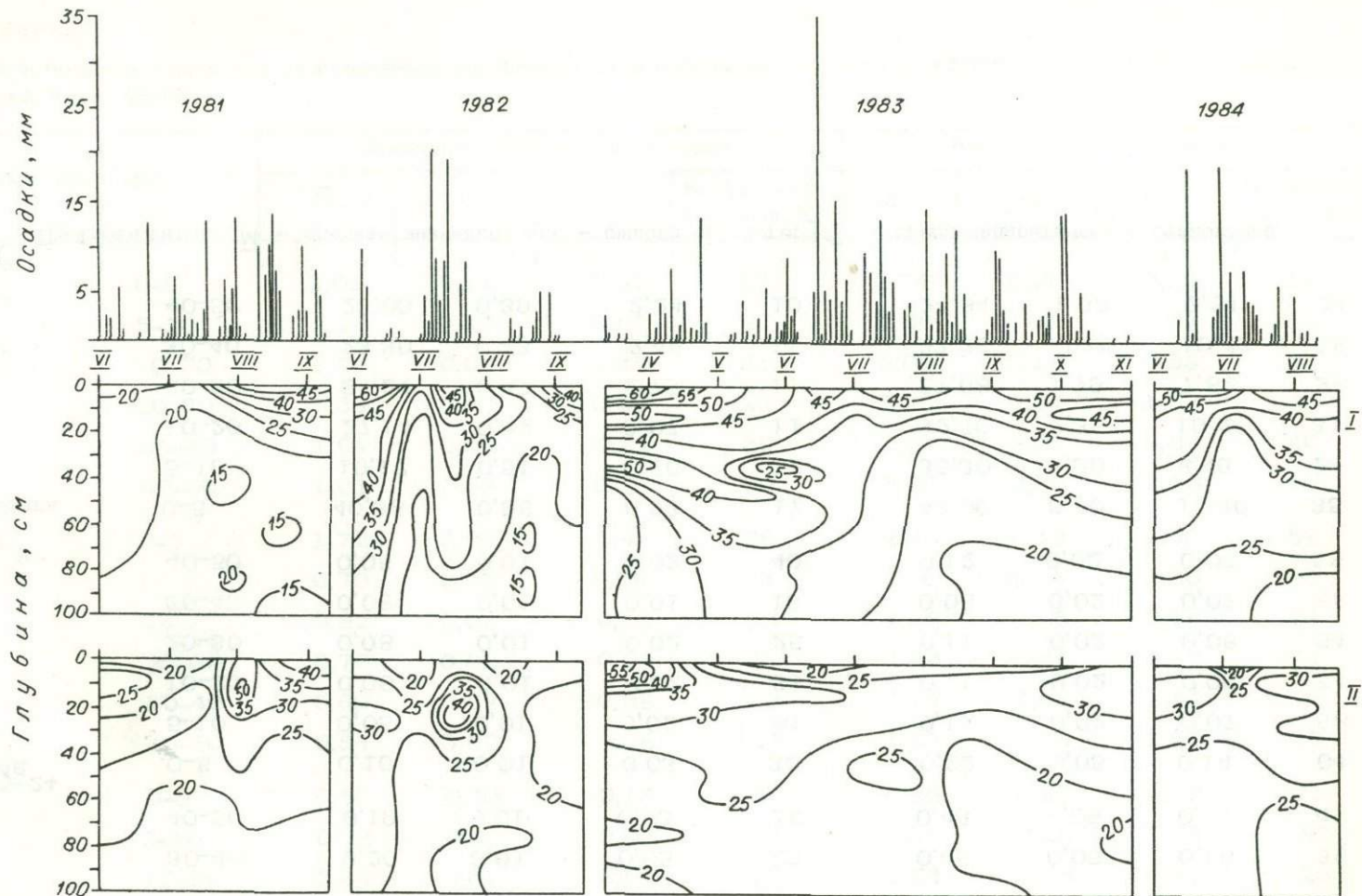


Рис. 9. Динамика влажности почв фаций I, II, %.

В весеннее время наблюдается сквозное промачивание почвы под лесной растительностью, что, с одной стороны, обусловлено значительным накоплением здесь в зимнее время снега (запасы снеговой воды перед таянием на залеменных участках составляют $0,4 \text{ т/м}^2$ против $0,12 \text{ т/м}^2$ на пашне), а с другой – отсутствием с поверхности сплошной льдистой мерзлоты. Весенней фильтрации снеговых вод на значительную глубину способствует также высокий, несмотря на тяжелосуглинистый состав, коэффициент водопроницаемости верхних горизонтов темно-серой лесной целинной почвы (см. табл. 2). Последнее обстоятельство обуславливает промачивание почвы и при интенсивных летне-осенних осадках.

Горизонт D_k в нижней части профиля почвы обладает значительно худшими фильтрационными свойствами, что приводит к периодическому переувлажнению вышележащей почвенной массы и, как следствие, к ее луговатости, проявляющейся в оглеении граней структурных отдельностей почвы. На границе с подстилающей породой образуется окислительно-восстановительный барьер на пути миграции элементов с почвенными растворами. Именно к этим глубинам приурочены выделения карбонатов кальция в виде псевдомицелия.

В течение вегетационного периода влажность почвы близка к наименьшей влагоемкости (НВ) и не достигает ни в одном горизонте влажности завядания растений (ВЗ).

Количество водорастворимого органического вещества в темно-серой лесной целинной почве в весеннее и раннелетнее время в отдельные сроки превышает в 2 раза его содержание в летне-осеннее время, и основное его количество отмечается на глубине 40–70 см, достигая 7% от содержания общего углерода горизонта В, соответствующего этой глубине (табл. 13).

Запасы водорастворимого органического вещества в почвах фации I хорошо коррелируют с запасами влаги: максимумы содержания мобильного углерода, сосредоточенного в основном в слое 0–50 см, соответствуют максимумам содержания влаги. При минимальном среднем содержании воды в почве соответственно изменяется и количество водорастворимого органического вещества. Обратная зависимость от содержания мобильного углерода в слое 0–50 см выявляется для способного растворяться в почвенном растворе кальция. В нижней части профиля динамика содержания кальция и отчасти магния в основном соответствует количественным изменениям водорастворимого органического вещества.

Вследствие низкого абсолютного содержания и большей площадной вариативности магния в исследуемых почвах каких-либо строгих закономерностей его поведения выявить не удалось. Обычно его количество в среднем в 5–6 раз меньше запасов кальция.

Кислотно-основные свойства темно-серой лесной целинной почвы фации I значительно варьируют как по профилю, так и в течение вегетационного периода (рис. 10). При этом наибольшие колебания значений pH выявлены для средней части профиля, где они изменяются от слабокислой до слабощелочной в интервале, равном 1,0. Наименьшая амплитуда колебаний значений характерна для горизонта D_k . Верхним гумусовым горизонтам присуща в основном нейтральная реакция, которая в засушливые периоды становится слабокислой.

Сложность термодинамического процесса образования и существования бикарбонатной и карбонатной щелочности в жидкой фазе почв обуславливает значительные колебания в содержании водорастворимого минерального углерода, особенно в карбонатных горизонтах. Изменение любого параметра (влажности, температуры, концентрации CO_2 и др.) вызывает резкое изменение направленности этого процесса.

Существенные колебания запасов углерода бикарбонатной щелочности

Таблица 13

Запасы водорастворимых форм элементов (кг/га) и влаги (мм)

Фация	Слой, см	H ₂ O	C _{орг}	C _{мин}	Ca	Mg
I	0-20	<u>44-106 (62)</u> 69	<u>258-770 (512)</u> 509	<u>37-172 (135)</u> 90	<u>108-297 (189)</u> 151	<u>9-36 (27)</u> 25
	0-50	<u>99-246 (147)</u> 156	<u>660-1476 (816)</u> 1100	<u>87-400 (313)</u> 203	<u>214-592 (378)</u> 345	<u>27-97 (70)</u> 56
	50-100	<u>97-243 (146)</u> 147	<u>242-907 (665)</u> 536	<u>235-880 (645)</u> 527	<u>169-638 (469)</u> 473	<u>50-107 (57)</u> 82
	0-100	<u>213-441 (228)</u> 303	<u>970-2335 (1365)</u> 1636	<u>318-1327 (1009)</u> 730	<u>651-1022 (371)</u> 818	<u>98-205 (107)</u> 138
II	0-20	<u>45-127 (82)</u> 60	<u>174-427 (253)</u> 266	<u>25-211 (186)</u> 88	<u>85-184 (99)</u> 130	<u>15-40 (25)</u> 26
	0-50	<u>106-211 (105)</u> 137	<u>334-820 (486)</u> 561	<u>58-425 (367)</u> 205	<u>181-351 (170)</u> 251	<u>33-107 (74)</u> 59
	50-100	<u>115-176 (61)</u> 136	<u>318-627 (309)</u> 368	<u>69-699 (630)</u> 313	<u>72-457 (385)</u> 247	<u>22-77 (55)</u> 50
	0-100	<u>226-338 (112)</u> 273	<u>586-1137 (551)</u> 929	<u>134-1224 (1090)</u> 518	<u>253-739 (486)</u> 498	<u>56-164 (108)</u> 109

Примечание. Здесь и далее в числителе - интервал значений, в скобках - диапазон колебаний показателя; в знаменателе - среднее значение.

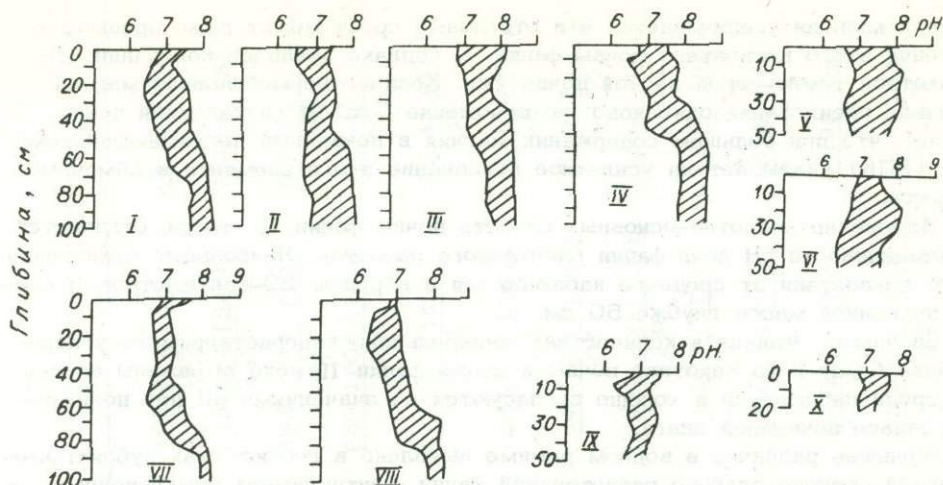


Рис. 10. Диапазон изменений значений рН в почвах фаций I-X.

водной вытяжки из почв отмечаются на глубинах 50–100 см как при сильном переувлажнении почвенной массы, так и при относительном ее иссушении.

Для верхнего 20-сантиметрового слоя отмечена та же зависимость, что, по всей видимости, связано, во-первых, с интенсивным поступлением HCO_3^- в результате биологической переработки поступающего на поверхность почв опада, а во-вторых, с испарительным концентрированием почвенных растворов. В целом поведение водорастворимого минерального углерода отражает изменения кислотно-основных свойств почв и динамику поступления органического вещества.

Отличие от фации I ее антропогенная модификация – пашня (фация II) – имеет суженный диапазон колебаний запасов влаги в метровом слое, причем основные превращения влажности происходят в верхнем 30-сантиметровом слое, совпадающем в основном с пахотным горизонтом.

Имея меньшую мощность снегового покрова, эти почвы образуют горизонт льдистой мерзлоты в верхней части профиля, и в процессе снеготаяния большая часть талых вод либо сносится в пониженные элементы рельефа, либо успевает испариться, и тогда почва не промачивается глубже 30 см. Отсутствие постоянной растительности приводит к периодическому иссушению слоя 0–5 см (реже до 10 см), но не достигает при этом ВЗ. В периоды интенсивных продолжительных дождей происходит превышение НВ на границе пахотного и иллювиального горизонтов вследствие низкой фильтрационной способности последнего. Это обстоятельство приводит к кратковременному проявлению восстановительных условий в этой части профиля темно-серой лесной пахотной почвы. Сквозного промачивания почвенной толщи не происходит, что существенно отличает почвы фации II от ее природного аналога.

Содержание водорастворимого органического вещества в пахотной почве почти в 2 раза ниже такового в целинной, а в верхнем 20-сантиметровом слое эти различия могут достигать в отдельные периоды еще больших значений, что связано с отсутствием свежих поступлений органики в фации II. В летнее время органического углерода значительно меньше, чем весной и осенью причем основная часть запасов приурочена к верхнему полуметровому слою почвы. Следует отметить, что колебания этого параметра от срока к сроку значительно меньше, чем в почве фации I.

В увлажненные периоды количество способного переходить в почвенный

раствор кальция увеличивается и в отдельные сроки может даже превышать значения этого показателя почвы фации I, однако диапазон колебаний его в пахотной темно-серой лесной почве уже. Количество мобильного магния в почвах обеих фаций одинаково, но отношение Са:Мg в пахотной почве меньше, что при большем содержании магния в почвенный поглощающий комплекс (ППК) указывает на усиленное вовлечение этого элемента в обменные процессы.

Изменение кислотно-основных свойств почвы фации II также отличается от изменчивости pH почв фации спонтанного развития. Наибольшие отклонения этого показателя от среднего наблюдаются в верхнем 20-сантиметровом слое и в почвенной массе глубже 50 см.

Значимые отличия в количествах минерального водорастворимого углерода бикарбонат-иона пахотной почвы и почвы фации II ярко выражены в осенние сроки наблюдений и хорошо согласуются со значениями pH при пониженном запасе почвенной влаги.

Меньшее различие в водном режиме выявлено в геосистемах-дублях: элювиальной осоково-злаково-разнотравной фации с черноземом обыкновенным (фация III) и ее антропогенном аналоге - злаково-разнотравной залежи (фация IV).

В рассматриваемых фациях мощность снежного покрова незначительна и варьирует в пределах 15-30 см. В зимний период почвы промерзают, образуя горизонт льдистой мерзлоты в верхней части профиля мощностью до 30 см. Содержание воды в это время в мерзлом горизонте может достигать для фации III 115-170%, а на залежи - 60-70% от массы почвы (рис. 11). В процессе снеготаяния снеговые воды по льдистому водоупору сносятся в подчиненные ландшафты (фации V и VI).

Содержание влаги выше НВ отмечается в верхнем 40-сантиметровом слое в ранневесеннее и позднееосеннее время. Летние осадки промачивают почву до 5-10 см; максимально, при интенсивных продолжительных осадках, до глубины 30-40 см. На этой же глубине располагается горизонт вскипания от НС1 и выделение карбонатного псевдомицелия. В сухие периоды влажность почв соответствует НВ и не достигает ВЗ. Запасы воды в метровом слое почвы залежи несколько выше таковых на лугу в основном за счет значительных колебаний содержания влаги в верхней части профиля, что обусловлено, с одной стороны, нарушением сложения верхних горизонтов почв в результате распашки (разрушение почвенных капилляров, образование глыбисто-комковатой структуры), а с другой - отсутствием сплошного растительного покрова, способного регулировать соотношение влаги в корнеобитаемом слое почвы.

Таким образом, водный режим обыкновенных черноземов фаций III в IV можно отнести к непромывному. Запасы влаги в метровой толще этих почв варьируют незначительно в течение вегетационного периода, причем большей динамичностью этого показателя обладают верхние горизонты почв залежи.

В весеннее время содержание водорастворимого органического вещества в почвенной толще на обоих участках значительно выше, чем в летне-осенний период (табл. 14). Кроме этого, основные изменения данного показателя происходят в верхних частях профилей почв и согласуются с данными по динамике влажности. Абсолютные значения содержания органического вещества, способного переходить в почвенный раствор, в черноземе залежи ниже при несколько более подвижном характере гумуса, что выражается в большой амплитуде колебаний этого параметра в верхнем 50-сантиметровом слое.

В метровом слое почвы залежи запасы водорастворимых форм кальция и магния несколько выше, чем на остепненном лугу, причем основное коли-

Таблица 14
Запасы водорастворимых форм элементов (кг/га) и влаги (мм)

Фашия	Слой, см	H ₂ O	C _{орг}	C _{мин}	Ca	Mg
III	0-20	<u>54-114 (60)</u> 79	<u>312-875 (563)</u> 522	<u>72-244 (172)</u> 156	<u>107-332 (225)</u> 195	<u>15-81 (66)</u> 41
	0-50	<u>110-196 (86)</u> 158	<u>348-1451 (1103)</u> 984	<u>253-570 (317)</u> 375	<u>323-568 (245)</u> 437	<u>75-159 (84)</u> 100
	50-100	<u>114-188 (74)</u> 150	<u>211-1023 (812)</u> 561	<u>361-1128 (767)</u> 684	<u>566-1237 (671)</u> 803	<u>86-271 (185)</u> 151
	0-100	<u>229-364 (135)</u> 308	<u>608-2474 (1866)</u> 1545	<u>709-1628 (919)</u> 1050	<u>939-1805 (866)</u> 1240	<u>185-437 (252)</u> 251
IV	0-20	<u>61-143 (82)</u> 94	<u>83-625 (542)</u> 368	<u>48-186 (138)</u> 103	<u>76-235 (159)</u> 144	<u>12-43 (31)</u> 35
	0-50	<u>124-262 (138)</u> 175	<u>219-1517 (1298)</u> 756	<u>135-495 (360)</u> 308	<u>262-807 (545)</u> 435	<u>53-194 (141)</u> 98
	50-100	<u>127-185 (58)</u> 166	<u>168-1053 (885)</u> 550	<u>451-1680 (1229)</u> 894	<u>647-1484 (837)</u> 903	<u>70-247 (177)</u> 155
	0-100	<u>262-443 (181)</u> 341	<u>421-2272 (1851)</u> 1306	<u>644-2126 (1482)</u> 1202	<u>992-2290 (1298)</u> 1338	<u>123-381 (258)</u> 253
V	0-20	<u>45-107 (62)</u> 73	<u>165-373 (208)</u> 236	<u>26-420 (394)</u> 108	<u>58-172 (114)</u> 97	<u>12-55 (43)</u> 27
	0-50	<u>102-252 (150)</u> 176	<u>358-791 (433)</u> 577	<u>48-602 (554)</u> 175	<u>139-238 (99)</u> 179	<u>27-105 (78)</u> 54
VI	0-20	<u>91-180 (89)</u> 147	<u>151-831 (680)</u> 415	<u>87-491 (404)</u> 176	<u>69-277 (208)</u> 194	<u>34-93 (59)</u> 60
	0-50	<u>214-442 (228)</u> 328	<u>232-1206 (974)</u> 665	<u>172-1077 (905)</u> 359	<u>130-594 (464)</u> 360	<u>72-307 (235)</u> 152

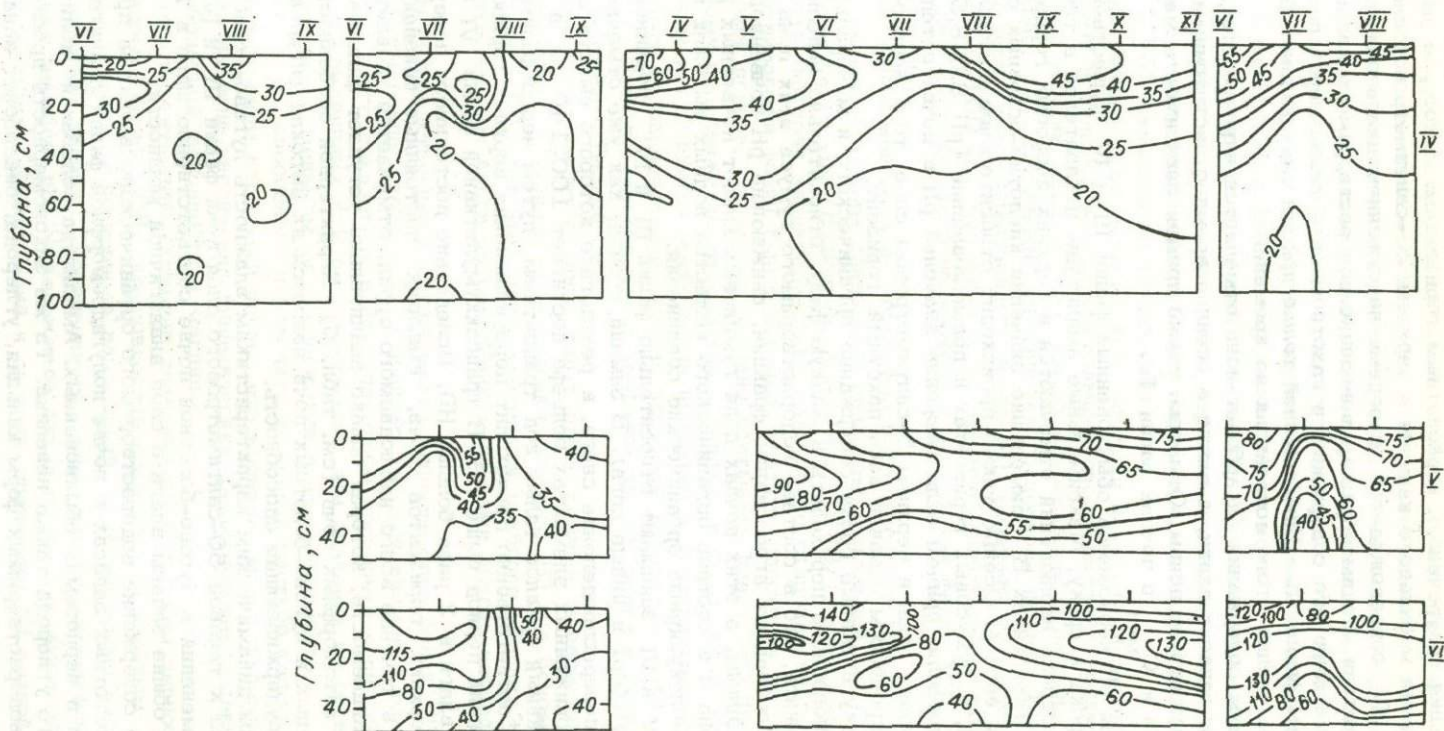


Рис. 11. Динамика влажности почв фаций III-VI, %.

чество кальция приурочено к карбонатным горизонтам. Некоторое уменьшение содержания мобильного кальция в верхнем 20-сантиметровом слое чернозема фации IV сопровождается одновременно сужением диапазона колебаний этого показателя. Таким образом, поведение водорастворимого кальция аналогично изменению его содержания в пахотном слое темно-серой лесной пахотной почвы фации I. Нижележащей толще присущ значительно больший интервал изменения этого показателя во времени.

Максимум содержания бикарбонат-иона отмечается в раннелетний период при больших запасах влаги, а также в осеннее время с достаточным в этот момент увлажнением почвы. Отмечена также прямая зависимость между количествами C_a и $C_{мин}$ в почвах фации IV.

Значения pH черноземов обыкновенных фации III и IV существенно варьируют от срока к сроку. Максимальные амплитуды показателей в течение трехлетнего срока наблюдений отмечаются в верхних дерновых горизонтах и переходных горизонтах B. Наименьшие значения кислотности проявляются весной. Осенью также происходит относительное подкисление до pH 6,8–6,4, в гумусовых горизонтах и подщелачивание (pH 8,0–8,5) в нижней части профиля, причем если снижение значений pH в почве остепненного луга происходит лишь в верхнем 5-сантиметровом слое, то в черноземе залежи этим процессом охвачен весь пахотный горизонт.

Поскольку в данные сроки содержание органического и минерального углерода, способного переходить в жидкую фазу, относительно невелико, можно предположить, что в составе водорастворимого гумуса этих почв весной и осенью преобладают агрессивные фракции, снижающие pH почвенной массы. По нашим данным, в этих почвах доля гуминовых кислот почвенных растворов незначительна и в составе органического вещества водных вытяжек преобладают низкомолекулярные органические соединения.

Фации V и VI занимают относительно фаций III и IV подчиненное местоположение (борт и днище лога). В зимний период, как уже отмечалось выше, происходит перераспределение снега, в результате которого высота снежного покрова в пониженных элементах рельефа достигает 100–140 см, а весной идет интенсивный привнос талых вод транзитным путем через фацию V к фации VI. Соответственно происходит переувлажнение верхних горизонтов почв в весенний период выше НВ. В трансаккумулятивной фации VI в профиле почвы влаги в 2 раза больше НВ. Вследствие постоянного переувлажнения для верхних горизонтов почв, имеющих постоянные признаки гидроморфизма в течение всего наблюдаемого срока, отмечается удовлетворительная водопроницаемость, которая однако значительно уступает фильтрационной способности автоморфных почв (см. табл. 6). Характерной особенностью лугово-черноземных и лугово-болотных почв является их высокая гигроскопичность и водоудерживающая способность.

По своим динамическим характеристикам влажность лугово-черноземной почвы близка к таковой 50-сантиметрового слоя почв фаций III и IV, а диапазон ее изменений в лугово-болотной почве соответственно шире в 2 раза, равно как и общие запасы влаги в слое аналогичной мощности.

Среднее содержание водорастворимого органического вещества при больших его абсолютных запасах в почве полугидроморфной фации значительно меньше, чем в черноземах обыкновенных. Амплитуда колебаний количества органического углерода также невелика. Та же закономерность прослеживается и для водорастворимых форм кальция, углерода, бикарбонат-иона и отчасти магния. Максимальное содержание перечисленных элементов отмечается в весенний период при значительном переувлажнении органоминеральной массы почв.

Высокая динамичность запасов влаги в лугово-болотной почве фации VI предопределяет и значительную вариабельность в течение года всех наблюдаемых почвенно-геохимических параметров, при этом максимальные значения их отмечаются в осеннее время, а минимумы приходятся на лето. Существенное отличие гидроморфных и полугидроморфных почв проявляется в увеличении доли магния в почвенных вытяжках по сравнению с составом водорастворимых минеральных соединений автоморфных почв.

Черноземы выщелоченные фаций VII и VIII содержат несколько меньшее количество влаги в метровом слое, чем черноземы обыкновенные фаций III и IV. Важным регулятором поступления осадков в почвенно-грунтовую толщу фаций VII и VIII является растительность.

Плотная дернина остепненного луга, обладая невысокими фильтрационными свойствами и большой влагоудерживающей способностью, препятствует проникновению жидких осадков даже при их интенсивном выпадении глубже 5-10 см (рис. 12). В течение вегетационного периода нижний 50-сантиметровый слой чернозема выщелоченного фации VII содержит в среднем 140 мм влаги, минимум 100 мм, что зависит от весенней влагозарядки. Вариабельность от срока к сроку этого показателя в почвах как фации VII, так и фации VIII невелика.

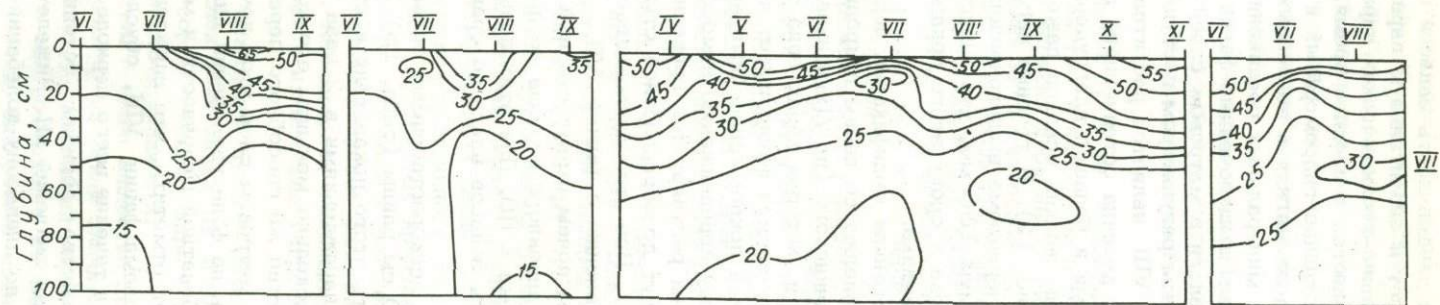
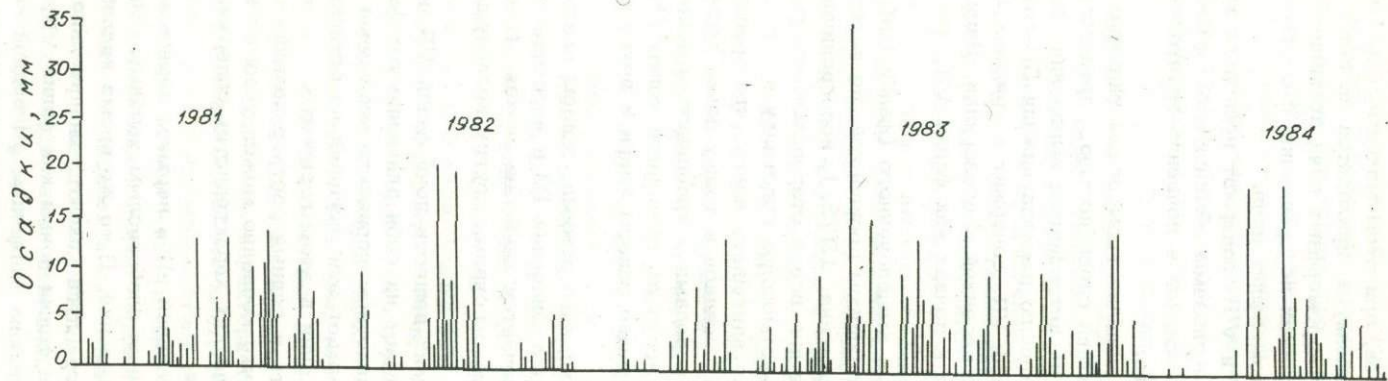
Антропогенная модификация чернозема выщелоченного (фация VIII) обладает по сравнению со своим природным аналогом провальноей, по классификации Н.А. Качинского (по /Вадюнина, Корчагина, 1973/), водопроницаемостью с поверхности, которая характерна также для всего старопашотного горизонта. Рассматриваемая фация имеет довольно мощную подстилку из опада, а также моховой покров, способные активно впитывать влагу, что препятствует вертикальному передвижению атмосферных осадков в толщу почв. Кроме того, водный режим регулируется древесными породами и травянистым покровом, которые могут до определенной степени иссушать почвенную толщу /Карпачевский, 1977/. Все это обуславливает меньшие запасы влаги в почве фации VIII по сравнению с фацией VII.

В целом почвы имеют сходный тип водного режима, запасы влаги в течение вегетационного периода не достигают значений ВЗ и в основном меньше или близки к НВ. Для этих почв отмечается наиболее низкая годовая изменчивость запасов влаги по сравнению с почвами других исследуемых геосистем.

Запасы легкорастворимых органических веществ почв фаций VII и VIII в слое 0-100 см равны (табл. 15). Обращает на себя внимание тот факт, что изменчивость этого показателя в старопашотном горизонте чернозема под сосновыми насаждениями в 2 раза превышает эти значения на остепненном лугу при несколько меньшем его содержании в этом горизонте.

Количество же способного переходить в водный раствор кальция повышено во всем метровом слое этой почвы, что косвенно может указывать на его мобильность на фоне увеличения динамических характеристик содержания углерода бикарбонатной щелочности и магния.

Следует отметить, что снижение значений pH в верхнем дерновом горизонте чернозема фации VIII, обусловленное слабокислым хвойным опадом, характерно в течение всего периода наблюдений. В то же время кислотно-основные свойства дернины остепненного луга имеют значительно больший интервал значений pH. Нижележащие толщи почвы как фации VII, так и фации VIII по диапазону колебаний и средним значениям pH водной вытяжки сравнимы между собой. Так, в основных частях их профилей реакция слабокислая и нейтральная (диапазон колебаний pH изменяется от 0,5 до 1,4),



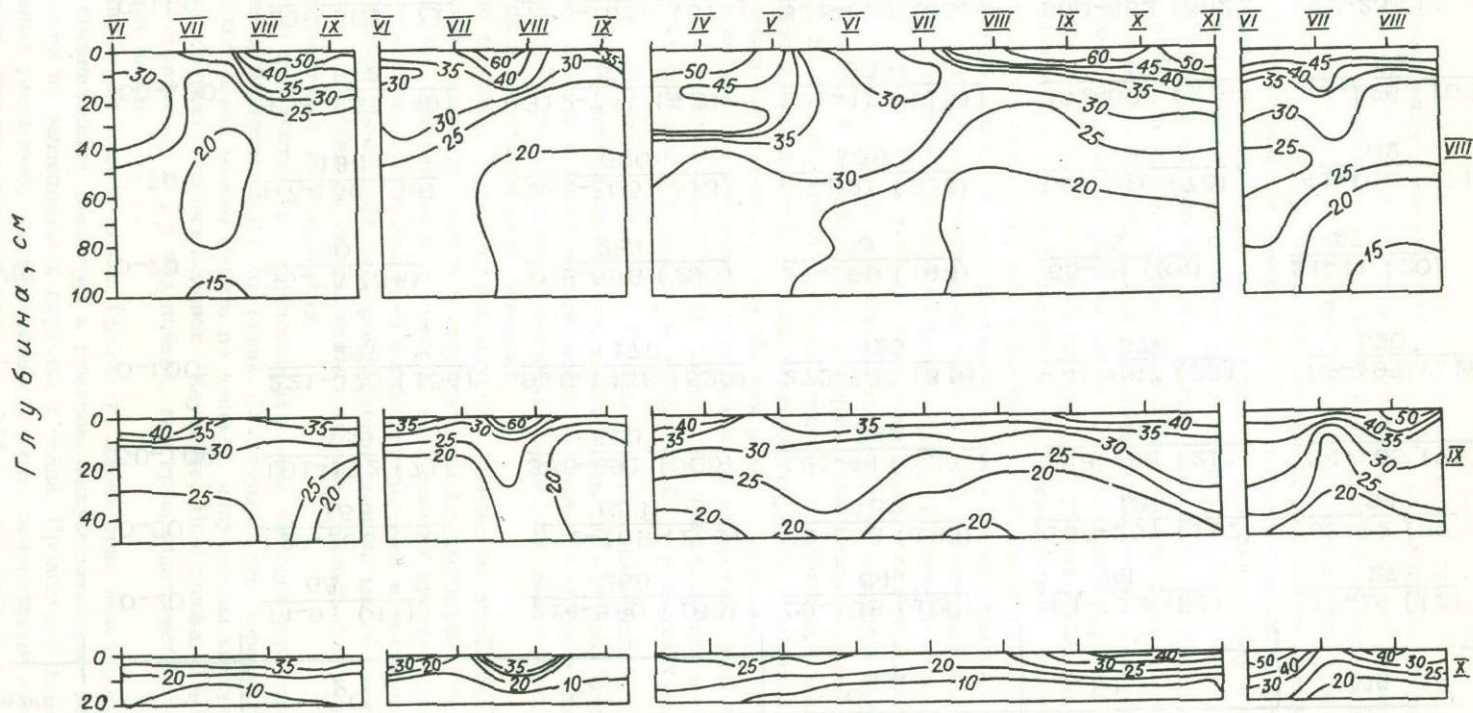


Рис. 12. Динамика влажности почв фаций VII-X, %.

Таблица 15

Запасы водорастворимых форм элементов (кг/га) и влаги (мм)

Фация	Слой, см	H ₂ O	C _{орг}	C _{мин}	Ca	Mg
VII	0-20	<u>44-91 (47)</u> 68	<u>214-380 (166)</u> 266	<u>29-138 (109)</u> 64	<u>61-112 (51)</u> 84	<u>17-29 (12)</u> 27
	0-50	<u>120-206 (86)</u> 158	<u>512-768 (256)</u> 653	<u>83-268 (185)</u> 137	<u>155-267 (112)</u> 190	<u>33-92 (59)</u> 54
	50-100	<u>101-172 (71)</u> 139	<u>386-691 (305)</u> 523	<u>181-444 (263)</u> 286	<u>278-489 (211)</u> 384	<u>34-105 (71)</u> 64
	0-100	<u>221-375 (154)</u> 297	<u>916-1436 (520)</u> 1176	<u>272-585 (313)</u> 423	<u>446-667 (221)</u> 574	<u>68-197 (129)</u> 120
VIII	0-20	<u>39-75 (36)</u> 60	<u>106-396 (290)</u> 283	<u>24-168 (144)</u> 63	<u>65-99 (34)</u> 85	<u>21-41 (20)</u> 27
	0-50	<u>97-156 (59)</u> 134	<u>292-805 (513)</u> 606	<u>65-321 (256)</u> 136	<u>148-226 (78)</u> 193	<u>41-108 (67)</u> 62
	50-100	<u>108-157 (49)</u> 132	<u>312-741 (429)</u> 575	<u>271-422 (151)</u> 359	<u>352-626 (274)</u> 476	<u>21-126 (105)</u> 68
	0-100	<u>230-301 (71)</u> 266	<u>788-1359 (571)</u> 1181	<u>336-691 (355)</u> 495	<u>500-862 (362)</u> 669	<u>62-234 (172)</u> 130

а при переходе в карбонатную породу – слабощелочная (диапазон $0,2 \pm 0,4$).

За период наблюдений в темно-серой лесной почве трансаккумулятивной березовой высокотравной фации (IX) влажность не достигала значений, превышающих НВ. Временами в гумусовом горизонте создавался дефицит влаги: содержание воды снижалось до уровня ВЗ и ниже. В сезон интенсивных дождей почвенная масса, хорошо фильтрующая воду и обладающая, особенно в верхних горизонтах, высокой водоудерживающей способностью, задерживает основное количество осадков в верхнем 10-сантиметровом слое. Весной нисходящая миграция почвенных растворов уступает поверхностному и внутрипочвенному стоку. В наибольшей степени процессы поверхностного стока выражены в фации X, чему способствуют отсутствие сплошного снежного покрова, промерзание почвы, крайне неудовлетворительная водопроницаемость плотной дернины, при которой основная масса дождевых и талых вод выносится по довольно крутому склону за пределы фации. В засушливые периоды почва способна терять влагу до уровня ВЗ, причем на глубинах 9–20 см такое количество воды удерживается большую часть вегетационного периода, и даже снижаться до уровня максимальной гигроскопической влажности (МГ). Пределы колебаний запасов воды в почвах рассматриваемых фаций сравнимы с таковыми фаций VII и VIII, но значительно ниже по абсолютным величинам.

Изменения содержаний водорастворимых форм органического и минерального углерода (табл. 16) в течение года в черноземе слаборазвитом и темно-серой лесной почве фаций IX и X хорошо коррелируют с изменением pH. При высоком содержании в слое 0–20 см, который охватывает практически весь гумусовый профиль почв, эти показатели способны изменяться в широких пределах. Интервал изменений содержания легкорастворимых оснований в изучаемых почвах значительно меньше, так же как и их содержание.

Диапазон колебаний содержаний органического вещества, способного растворяться в воде в серой лесной почве фации IX, при несколько меньших его средних запасах сравним с диапазоном колебаний C_{org} в верхних горизонтах темно-серой лесной почвы фации I. Близки также динамические параметры по углероду бикарбонатной щелочности и значениям pH в почвах фаций IX и I. Несколько меньше в серой лесной почве предгорий водорастворимого кальция, а количество магния в водных вытяжках, наоборот, выше. Соответственно изменяются и интервалы этих значений.

Как было показано, в почвах исследуемых геосистем происходят регулярные перемещения почвенной влаги в вертикальном (нисходящем), горизонтальном и восходящем направлениях, в которые вовлекаются продукты выветривания и почвообразования. В результате перераспределения и аккумуляции подвижных соединений происходит дифференциация почвенной массы, которая, в свою очередь, способна до определенной степени изменять условия миграции отдельных элементов и их соединений.

До сих пор нет достаточно удовлетворительных методов для строгого учета восходящей и горизонтальной миграций. О вертикальном передвижении вещества с жидкой фазой можно судить по данным, полученным методом хроматографических лизиметрических колонок /Кауричев, Ноздрунова, 1960/, и составу лизиметрических вод в тех почвах, где происходит свободный отток гравитационной влаги.

Для темно-серой лесной почвы (фация I) характерно некоторое накопление азота и органического вещества в гумусово-аккумулятивном горизонте A1, поступающих из вышележащих дернины и опада. Происходит также обогащение почвенных растворов, передвигающихся ниже, основаниями и подвижным железом, причем большая часть железа (до 70%) перемещается по профилю почвы в форме, не связанной с органическим веществом (табл. 17).

Таблица 16

Запасы водорастворимых форм элементов (кг/га) и влаги (мм)

Фация	Слой, см	H ₂ O	C _{орг}	C _{мин}	Ca	Mg
IX	0-20	<u>33-59 (26)</u> 48	<u>198-462 (264)</u> 306	<u>26-166 (140)</u> 317	<u>49-90 (41)</u> 55	<u>12-59 (47)</u> 31
	0-50	<u>83-163 (80)</u> 126	<u>517-1340 (823)</u> 838	<u>76-393 (317)</u> 191	<u>132-216 (84)</u> 165	<u>38-129 (91)</u> 83
X	0-20	<u>17-73 (56)</u> 35	<u>141-855 (714)</u> 346	<u>43-280 (237)</u> 105	<u>77-130 (53)</u> 92	<u>13-66 (53)</u> 31

74

Таблица 17

Среднегодовой вынос элементов при нисходящей миграции почвенных растворов (1981-1984 гг.), г/м²

Фация	Горизонт, под которым стояла колонка	Глубина установки колонки, см	C _{орг}	N	Ca	Fe	
						общее	связанное с органическим веществом
I	A _д	8	<u>2,40-9,85</u> 4,54	<u>0,14-1,83</u> 1,72	<u>2,29-2,78</u> 2,49	<u>3,47-5,04</u> 4,31	<u>0-3,04</u> 1,25
	A ₁	46	<u>2,00-5,18</u> 4,20	<u>1,02-1,27</u> 1,15	<u>1,74-3,26</u> 2,73	<u>2,48-6,28</u> 4,42	<u>0-4,23</u> 1,39

III	A _д	8	$\frac{1,27-8,60}{3,96}$	$\frac{0-0,83}{0,40}$	$\frac{1,46-2,39}{1,82}$	$\frac{3,49-12,84}{7,32}$	$\frac{2,32-4,15}{3,24}$
	A	26	$\frac{1,79-8,07}{5,46}$	$\frac{0-0,44}{0,31}$	$\frac{1,58-6,21}{3,72}$	$\frac{9,23-24,42}{14,76}$	$\frac{1,77-8,50}{4,19}$
IV	A _д	8	$\frac{10,22-11,41}{10,80}$	$\frac{0-0,22}{0,12}$	$\frac{1,67-1,80}{1,72}$	$\frac{10,30-27,83}{19,09}$	$\frac{2,11-4,68}{3,40}$
	A	26	$\frac{1,22-3,04}{2,13}$	$\frac{0-2,61}{1,30}$	$\frac{1,68-1,73}{1,70}$	$\frac{8,01-13,51}{10,76}$	0
V	A _д	15	$\frac{28,10-31,23}{29,27}$	$\frac{0,14-0,24}{0,20}$	$\frac{1,13-1,92}{1,53}$	$\frac{2,60-2,79}{2,70}$	$\frac{2,60-2,79}{2,70}$
VI	A _д	18	$\frac{8,03-10,99}{9,63}$	$\frac{0,16-3,76}{1,41}$	$\frac{1,92-6,34}{4,34}$	$\frac{4,66-5,91}{5,28}$	$\frac{0-1,12}{0,55}$
VII	A _д	6	0	0	$\frac{1,01-1,30}{1,07}$	$\frac{8,12-9,47}{9,10}$	0
	A	22	$\frac{10,50-11,06}{11,00}$	$\frac{0-0,36}{0,19}$	$\frac{1,32-1,44}{1,37}$	$\frac{10,53-11,12}{10,62}$	$\frac{1,57-1,80}{1,60}$
VIII	A _д	6	$\frac{11,08-12,12}{11,13}$	$\frac{0-0,10}{0,15}$	$\frac{1,81-2,03}{1,86}$	$\frac{5,04-6,96}{6,80}$	$\frac{3,00-3,59}{3,50}$
	A	20	$\frac{11,21-20,34}{19,80}$	$\frac{0-0,14}{0,10}$	$\frac{30,16-49,99}{41,12}$	$\frac{4,82-5,73}{5,51}$	$\frac{1,03-2,00}{1,36}$
X	A _д	9	$\frac{5,89-1,12}{4,92}$	$\frac{0,10-0,11}{0,10}$	$\frac{0,77-0,50}{0,60}$	$\frac{4,71-5,11}{4,83}$	0

Различны масштабы и характер миграции элементов в геосистемах—дублях (фации III и IV). Так, для обыкновенного чернозема остепненного луга вынос из гумусового горизонта А подвижных соединений превышает их поступление из дернины в 1,5–2 раза. В распаханном черноземе (залежь) идет интенсивное накопление органического углерода в слое 8–26 см в основном за счет выноса из выщележащего слабосформированного дернового горизонта. На этой же глубине происходит закрепление железоорганических соединений, и далее по профилю железо передвигается лишь в ионной форме. Содержание водорастворимого азота в почвенных растворах, поглощенных сорбентом, также низкое, что, по всей вероятности, может служить признаком преобладания в составе подвижного органического вещества низкомолекулярных органических кислот.

Высокая миграционная способность органического вещества, выявленная на основе режимных наблюдений за водорастворимыми элементами, подтверждается данными непосредственного учета масштабов вертикального передвижения вещества методом хроматографических колонок, установленных под дерновым горизонтом лугово-черноземных почв фации V. За один год из верхних горизонтов может вымываться до 30 г/м² органического углерода. Железо в почвах фации V практически полностью передвигается в форме органоминеральных соединений, что резко отличает лугово-черноземные почвы от более гидроморфной почвы фации VI. В последней ионная форма миграции железа преобладает на фоне меньшей подвижности органического вещества в верхнем слое лугово-болотной почвы.

Как уже отмечалось, мобильность органического углерода чернозема выщелоченного фации VIII значительно выше, чем на остепненном лугу. При вертикальном передвижении водорастворимых форм элементов из дернового горизонта (в фации VIII) наиболее активно мигрирует железо в ионном виде, слабо выносятся кальций и магний. За исследуемый период в колонках, установленных на глубине 6 см (сразу под дерновым горизонтом), не наблюдалось поглощения подвижных соединений органического углерода и азота. В то же время довольно активно органическое вещество мигрирует из горизонта А, мобильность оснований при этом невысокая. Железо, поступающее из верхнего горизонта А в ионной форме, накапливается в гумусово-аккумулятивном слое и незначительно вымывается из него, но уже в соединении с органическим веществом.

В наибольшей степени процессы вертикального перемещения выражены в выщелоченном черноземе под сосновыми насаждениями. Из гумусового профиля почвы за год в среднем выносятся от 1.1 до 20 г/м² органического углерода, что составляет лишь 0,1% от его содержания в гумусовом горизонте. Старопахотный горизонт существенно обедняется основаниями, а верхняя часть профиля почв незначительно обогащается подвижными формами железа. Большая часть органических соединений железа, привнесенных в горизонт А из дернины, закрепляется, а железо в ионной форме способно мигрировать в иллювиальный горизонт.

Масштабы миграции подвижного органического углерода из дернового горизонта слабо развитого чернозема и из дернины темно-серой лесной почвы и чернозема обыкновенного сравнимы с той лишь разницей, что вертикальный перенос оснований в почве фации X слабее. В сорбенте колонок под горизонтом А_д почв фации X отсутствует связанное с органическим веществом железо.

Проведенное нами изучение динамики мобильных веществ в почвах геосистем различного состояния и их производных модификаций выявило разную степень изменчивости полученных показателей во времени. Следует отметить,

что период наблюдений не охватывает времени полного проявления геосистем /Крауклис, 1979/, тем не менее полученные результаты позволяют дать характеристику текущего состояния антропогенных модификаций при сравнении с их природными аналогами ("эталоны") и наметить общие тенденции их дальнейшего развития.

Сужение диапазона колебаний изученных параметров в темно-серых лесных пахотных почвах фации II, равно как и снижение в них абсолютных запасов легкорастворимых веществ, является следствием длительного использования их в сельскохозяйственном производстве, поскольку даже при относительно высокой культуре земледелия отмечаются существенные изменения свойств почв /Русский чернозем..., 1983/. Отсутствие постоянной растительности, которой В.Б. Сочава /1972/ отводил стабилизирующую роль в геосистеме, неизбежно вызывает перестройку сложившихся внутригеосистемных связей, что в конечном итоге приводит к возникновению иных взаимодействий, к иному уровню содержания вещества как в почвах, так и в геосистемах. Коренными количественными и качественными изменениями в геосистеме предопределяется смена инварианта.

В фации II в основном за счет внутренних резервов органоминеральной массы поддерживаются свойства, по которым можно классифицировать данные почвы как темно-серые лесные. Однако характер антропогенного воздействия на них таков, что фация II уже в значительной степени трансформирована, но обладает способностью при снятии нагрузки через определенное время, измеряемое десятками лет, вернуться в состояние, близкое к исходному.

Гораздо меньшее время для восстановления необходимо фации IV, в которой антропогенное воздействие вызвало усиление динамичности всех исследованных параметров, но не привело к глубокой перестройке внутренних свойств почвы.

Значительный рост мобильности водорастворимых форм элементов в выщелоченном черноземе под основными насаждениями также указывает на нарушение сбалансированности процессов миграции и аккумуляции веществ в сравнении с природным аналогом. Трансформация исходной органоминеральной массы происходит в меньших масштабах, чем в фации I.

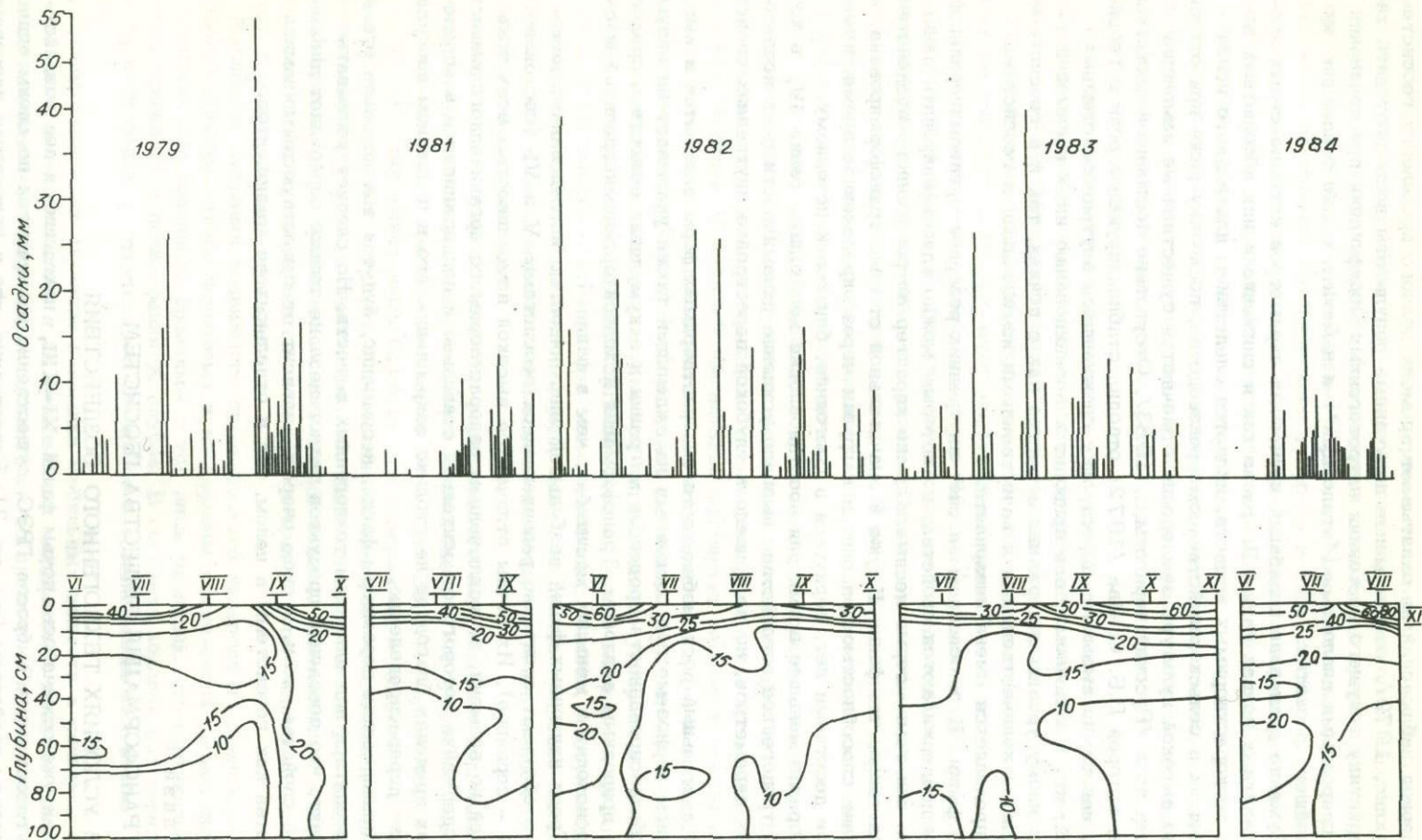
Среди изученных фаций наибольшей динамичностью исследованных параметров обладают спонтанно развивающиеся геосистемы V и VI (состояние фаций - серийное). Их почвы отличаются высокой изменчивостью всех показателей во времени, за исключением водорастворимого органического вещества, содержание которого относительно стабильно и поддерживается в определенных пределах благодаря не столько закреплению его в почвенном профиле, сколько перераспределению.

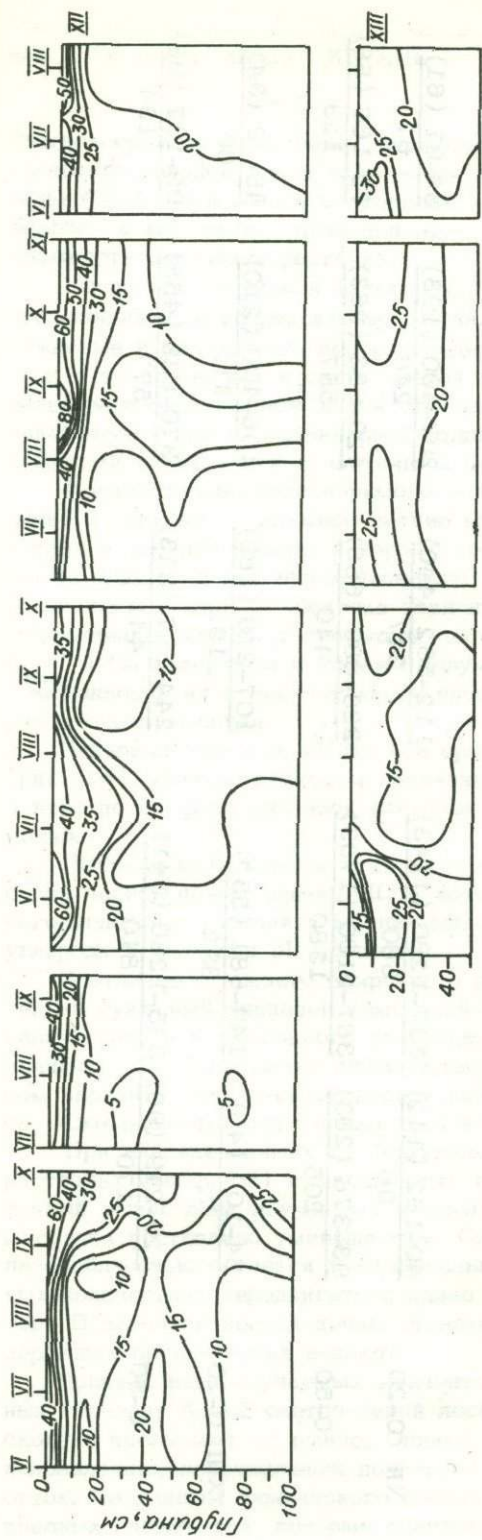
Динамические параметры фаций, несомненно, будут в той или иной степени изменяться под влиянием техногенных веществ. Но следует учитывать тот факт, что поведение продуктов техногенеза не только определяет динамические свойства, но и, в свою очередь, зависит от существующей динамики вещества как геосистемы в целом, так и отдельных ее компонентов.

Глава 5

ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЕЩЕСТВА ГЕОСИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Как уже отмечалось, почвы фаций XI—XIII, находящиеся под воздействием газопылевых выбросов ГРЭС, существенно различаются по своим водно-физическим свойствам (см. гл. 3). Естественно, что и количество легкораст-





воримых форм элементов в исследуемых геосистемах различно, поскольку динамика содержаний мобильных соединений в них не только определяется природными факторами, но и существенно зависит от интенсивности поступления техногенных веществ.

Данные режимных наблюдений за влажностью почв этих фаций указывают на значительную изменчивость запасов влаги во времени и четкую дифференцированность профилей почв по этому показателю (рис. 13).

Сквозное промачивание почв фаций XI и XII наблюдается осенью – в период длительных интенсивных осадков и ранней весной – при сходе снегового покрова. Основные изменения этого показателя в фации XII происходят в верхнем 50-сантиметровом слое, в то время как в дерновой лесной почве фации XI существенные различия в течение года отмечаются преимущественно в гумусово-аккумулятивном и дерновом горизонтах. В нижней части профиля запасы влаги изменяются более равномерно в диапазоне от НВ до ВЗ, а в отдельные периоды – до МГ. В светло-серой лесной почве трансэлювиальной фации XII на глубине 10–20 см выделяется слой периодического иссушения и переувлажнения, совпадающий в основном с морфологически и химически выраженным элювиальным осветленным горизонтом. Провальная водопроницаемость верхней части профиля этой почвы при переходе в илловиальный горизонт резко снижается, и в нижележащей толще сезонные изменения влажности от НВ до ВЗ (а в засушливые периоды и до МГ) не имеют столь резких перепадов, характерных для слоя 0–50 см.

За тот же период наблюдений, при несколько меньших общих запасах влаги, в верхнем 50-сантиметровом слое антропогенно модифицированной

Рис. 13. Динамика влажности почв фаций XI–XIII, %.

Таблица 18

Запасы водорастворимых форм элементов (кг/га) и влаги (мм)

Фация	Слой, см	H ₂ O	C _{орг}	C _{мин}	Ca	Mg
XI	0-20	<u>37-105 (68)</u> 71	<u>309-1428 (1119)</u> 827	<u>145-590 (445)</u> 461	<u>305-500 (195)</u> 369	<u>34-78 (44)</u> 56
	0-50	<u>117-220 (103)</u> 159	<u>1119-2015 (896)</u> 1465	<u>396-1306 (910)</u> 777	<u>701-1168 (467)</u> 930	<u>86-156 (70)</u> 111
	50-100	<u>45-241 (196)</u> 133	<u>396-857 (461)</u> 694	<u>468-1152 (684)</u> 703	<u>770-1037 (267)</u> 915	<u>51-172 (121)</u> 96
	0-100	<u>201-453 (252)</u> 292	<u>1641-2810 (1169)</u> 2159	<u>917-2485 (1563)</u> 1479	<u>1471-2160 (689)</u> 1845	<u>166-329 (163)</u> 207
XII	0-20	<u>40-182 (142)</u> 96	<u>137-1280 (1143)</u> 660	<u>112-552 (440)</u> 247	<u>207-400 (193)</u> 246	<u>36-97 (61)</u> 67
	0-50	<u>93-376 (283)</u> 205	<u>361-2100 (1739)</u> 1380	<u>223-889 (666)</u> 440	<u>420-683 (263)</u> 557	<u>78-166 (88)</u> 123
XIII	0-20	<u>54-100 (46)</u> 75	<u>149-681 (532)</u> 392	<u>107-276 (169)</u> 192	<u>196-406 (210)</u> 312	<u>45-79 (34)</u> 60
	0-50	<u>129-219 (90)</u> 170	<u>345-1286 (941)</u> 810	<u>244-557 (313)</u> 441	<u>370-828 (458)</u> 577	<u>99-197 (98)</u> 134

Рис. 14. Диапазон изменений значений рН в почвах фаций XI—XIII.

светло-серой лесной почвы диапазон колебаний запасов влаги был значительно уже и изменялся в пределах, близких к НВ, не достигая при этом влажности завядания растений.

Из-за крайне низкой фильтрацион-

ной способности исследованных распаханых почв участка Арга в фации XIII дождевые и талые воды перераспределяются в основном поверхностным стоком, в то время как в светло-серой лесной почве фации XII наряду с вертикальным передвижением влаги отмечается внутрпочвенная верховодка. В дерновой лесной почве элювиальной фации XI преобладает вертикальная нисходящая миграция влаги с частичным боковым стоком.

Количество водорастворимого органического вещества в дерновой лесной почве в весеннее и влажное летнее время превышает его содержание в сухие летние и осенние сезоны и хорошо коррелирует с динамикой влажности (табл. 18). В поведении мобильного минерального углерода бикарбонатной щелочности выявлена обратная зависимость, причем основные изменения в его содержании происходят в верхней части профиля почвы. Так, если количества $C_{мин}$ и C_a в верхнем и нижнем полуметровых слоях относительно равны, то изменчивость их в верхней части профиля почвы в течение вегетационного периода очень высокая.

Интервал значений рН за все сроки наблюдений существенно не менялся (рис. 14). Лишь в дерновом горизонте они варьировали в пределах единицы, а вниз по профилю диапазон несколько сужался со смещением в щелочное плечо.

Высокая мобильность всех изучаемых параметров характерна для светло-серой лесной почвы фации XII, в которой весной и летом запасы органического углерода, кальция и магния максимальны, а содержание минерального углерода и значения рН понижены.

В отличие от своего природного аналога почвы фации XIII имеют значительно суженный диапазон изменений в содержании водорастворимых форм органического и минерального углерода, магния и меньшую амплитуду колебаний значений рН. Содержание легкорастворимого кальция, наоборот, выше в пахотном варианте светло-серой лесной почвы хр. Арга, особенно в весенний период. Изменчивость этого показателя во времени также возрастает.

При анализе данных по вертикальной миграции элементов в почвенных растворах (табл. 19) выявлено, что в дерновой лесной почве происходит активный вынос всех изучаемых элементов, причем вниз по профилю масштабы миграции постепенно уменьшаются. Связанное с органическим веществом железо полностью остается в иллювиальном горизонте и способно в незначительных количествах передвигаться далее лишь в ионной форме. Кроме того, горизонт В дерновой лесной почвы становится барьером на пути миграции азотсодержащих органических веществ.

Привнос всех изучаемых элементов (за исключением азота) в элювиальный горизонт A1A2 светло-серой лесной почвы фации XII из дернины несколько превышает их вынос. Однако, как уже упоминалось выше, основным направлением передвижения почвенной влаги в этой фации является боковой отток. По данным химического состава вод, полученных с помощью плосковрезных лизиметров, которые благодаря своим конструктивным особенностям

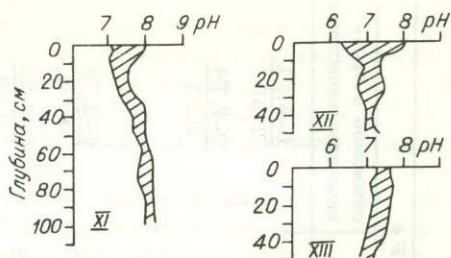


Таблица 19

Среднегодовой вынос элементов при нисходящей миграции почвенных растворов (1981-1984 гг.), г/м²

Фация	Горизонт, над которым стояла колонка	Глубина установки колонки, см	C _{орг}	N	Ca	Fe	
						общее	связанное с органическим веществом
XI	A _d	6	<u>3,94-7,48</u>	<u>0-1,35</u>	<u>1,04-1,88</u>	<u>1,49-5,60</u>	<u>0-4,11</u>
			5,72	0,40	1,34	3,18	1,56
	A1	21	<u>2,46-4,89</u>	<u>0-1,45</u>	<u>0,57-0,82</u>	<u>0,95-3,46</u>	<u>0-2,74</u>
			3,66	0,85	0,68	2,33	0,91
	B	46	<u>1,60-2,05</u>	0	<u>0,56-0,60</u>	<u>0,26-0,60</u>	0
			1,90		0,57	0,50	
XII	A _d	12	<u>3,54-5,64</u>	<u>0,10-0,24</u>	<u>0,43-1,19</u>	<u>0,71-3,40</u>	<u>0-2,79</u>
			4,59	0,15	0,74	2,30	1,50
	A1A2	24	<u>1,36-6,27</u>	<u>0,36-0,93</u>	<u>0,36-0,93</u>	<u>0,66-3,52</u>	<u>0-2,25</u>
			3,36	0,59	0,59	2,14	0,82
	B1	40	<u>1,38-1,95</u>	<u>0-0,17</u>	<u>0,73-0,74</u>	<u>1,67-3,75</u>	<u>0,25-2,48</u>
			1,67	0,10	0,74	2,70	1,37

82

Таблица 20

Химический состав лизиметрических вод, отобранных с глубины 20 см, мг/л

Фация	Время отбора	pH	C _{орг}	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	N
I	Весна	8,0	12,0	85,0	16,8	0,85	4,0	2,1	0,96
XI	Весна	8,3	10,8	147,7	57,6	1,9	2,0	2,0	0,80
	Лето	8,1	18,0	106,7	28,0	3,4	1,0	1,0	0,21
	Осень	8,0	37,1	97,6	49,7	9,0	3,0	2,5	0,30
XII	Весна	8,3	30,0	229,4	57,6	4,8	6,0	3,7	1,54
	Лето	8,3	24,0	143,2	42,4	5,8	2,0	2,0	0,27
	Осень	7,9	39,9	322,2	64,9	7,7	6,0	5,0	0,40

способны собирать не только нисходящие растворы, но и частично внутрпочвенную верховодку, отмечается повышенная по сравнению с почвами фации I миграция ионов Ca, Mg, HCO₃, органического углерода и азота (табл. 20). Таким образом, кальций и магний почвы фации XII в больших количествах мигрирует с почвенными растворами в горизонтальном направлении и менее активно передвигается вниз по профилю почв.

После снеготаяния состав внутрпочвенных вод в фациях XI и XII щелочной преимущественно за счет высокого содержания в них бикарбонатов щелочно-земельных элементов техногенной природы. Часть этих элементов выносятся за пределы фаций, а часть переходит в слаборастворимые формы углекислых солей. Нерастворимый остаток задерживается в основном подстилкой с последующим выщелачиванием элементов в течение теплого периода. Для весенне-летних жидких осадков характерно несколько меньшее количество бикарбонатов Ca и Mg. Почвенные растворы в это время способны проникать в глубь профиля, что отчетливо фиксируется в хроматографических колонках, установленных под дерновым горизонтом элювиальной фации XI.

Осенью на фоне интенсивных осадков происходит некоторая нейтрализация почвенных растворов органическим веществом почвы. Ионы калия и натрия в лизиметрических водах почв фаций, находящихся под воздействием газодылевых выбросов ГРЭС, содержатся в незначительных дозах по сравнению с щелочно-земельными элементами и существенного влияния на химизм природных вод не оказывают.

Техногенное воздействие на подтаежные геосистемы, проявляющееся в увеличении масштабов аэрального поступления ряда элементов, сопровождается одновременным расширением диапазона колебаний изученных параметров в течение года. Сравнение запасов водорастворимых форм элементов в геосистемах-дублях (фации XII и XIII) выявило снижение их абсолютных значений для H₂O, C_{орг}, C_{мин} и резкое сужение диапазона их изменений за исследованный период. Исключение составляют легкорастворимые формы кальция и магния, средние содержания которых в почвах фации XII сравнимы с таковыми природного аналога, а размах колебаний запасов кальция в верхних частях профиля пахотной почвы несколько больше, что связано с активным поступлением на поверхность техногенных веществ и их последующей трансформацией под влиянием природных условий.

Различные почвы, а следовательно, и геосистемы в целом способны по-разному реагировать на однотипное внешнее возмущение, что вызывает необходимость при прогнозных построениях изучать воздействие определенных техногенных веществ на наиболее характерные геосистемы осваиваемой территории и на их отдельные компоненты в зоне предполагаемого влияния промышленных объектов. В связи с этим особую значимость приобретают экспериментальные работы, вскрывающие механизмы переноса и накопления различных веществ и позволяющие выявить и оценить ответные реакции геосистем и их составляющих на усиливающиеся антропогенное воздействие.

В последнее время широкое распространение получили методы активных лабораторных и полевых экспериментов, позволяющих в достаточно короткие сроки получить информацию об общем характере и направленности геохимических процессов путем изменения отдельных параметров, к примеру: температуры, влажности, давления и т.д. /Педро, 1971; Зайдельман, Нарокова, 1978; Первунина, Зырян, 1980; Техногенные..., 1981; Агроценозы..., 1984; и др./.

Для выявления характера и уровня техногенной нагрузки на геосистемы Назаровской котловины были проведены опыты по внесению на поверхность

Таблица 21

Запасы водорастворимых и мобильных форм элементов (г/м²) и содержание обменных оснований (мг-экв./100 г) в слое почв 0-10 см фаций участков Родники и Отножка (эксперимент "Разрез")

Фация	Объект исследования*	рН	Водорастворимые				Сорбированные Al ₂ O ₃					Обменные	
			C _{орг}	C _{мин}	Ca	Mg	C _{орг}	N	Ca	Fe	Fe _{орг}	Ca	Mg
I	1	6,5	16,42	0,93	4,13	0,44	6,54	0,14	2,54	4,35	0,55	38,0	7,6
	2	6,5	10,94	0,71	4,13	3,36	10,35	0,38	0,85	11,70	2,26	34,8	10,4
	3	6,8	9,73	0,93	4,13	0,15	3,77	0	1,27	7,07	0,80	41,6	20,0
	4	6,9	17,02	1,14	4,62	0,97	4,16	0	1,64	3,17	0	39,2	24,8
III	1	7,2	15,20	1,99	4,86	0,55	8,60	0,83	1,46	12,84	2,32	46,4	8,2
	2	7,0	16,72	1,42	4,56	2,01	14,72	0	0,88	28,83	1,47	44,4	9,2
	3	7,2	19,00	1,84	5,17	0,73	19,28	0,75	1,33	28,49	6,04	41,6	3,2
	4	7,1	12,92	1,48	5,78	4,38	15,81	0,08	0,69	22,19	5,78	45,2	20,8
IV	1	7,0	13,08	1,27	4,53	1,25	11,41	0	1,68	27,83	4,68	38,8	7,2
	2	7,0	14,82	1,36	6,98	1,05	14,77	0,52	1,71	45,69	0	43,2	4,8
	3	7,0	13,10	1,43	4,19	1,46	14,98	0,34	0,94	25,61	1,02	43,2	9,6
	4	7,0	12,62	1,36	4,53	1,25	26,68	4,60	1,83	45,01	0	40,4	5,6
V	1	6,9	24,00	1,76	5,76	1,38	31,23	0,24	1,92	38,02	23,48	44,0	11,6
	2	6,5	11,52	0,95	6,91	3,22	11,95	0	1,67	44,03	5,67	44,4	4,0
	3	6,8	22,08	1,58	6,90	0,46	21,60	0,11	0,86	24,11	10,16	44,0	12,4
VI	1	8,0	31,95	8,71	17,38	3,37	8,03	0,32	0,94	4,66	0,53	58,0	28,8
	3	8,0	60,07	10,17	17,40	3,99	5,28	0	1,03	2,37	0,51	57,0	21,6
	4	8,1	48,56	7,63	14,31	12,27	8,89	4,01	0,48	4,67	1,22	54,8	22,4

* Почвы: 1 - исходная; 2 - в опыте с углем; 3 - в опыте со вскрышными породами; 4 - в опыте с золой.

почв различных техногенных веществ. Основное внимание в опытах уделялось наблюдениям за динамикой водорастворимых органических и минеральных соединений в почве и за преобразованиями состава ППК.

Для выявления степени воздействия пылевой составляющей угольного разреза на поверхность почв распылялась угольная пыль, пыль вскрышных пород разреза "Березовский" и зола Назаровской ГРЭС в количестве 400 г/м^2 (эксперимент "Разрез"). Масштабы вертикальной миграции вещества в почвах под дерновым горизонтом устанавливались с помощью хроматографических колонок с окисью алюминия в качестве сорбента. По истечении года колонки извлекались, и адсорбент анализировался на содержание подвижных элементов. Одновременно отбирались образцы из дернового горизонта над колонками, в которых определялись водорастворимые вещества и обменные катионы по общепринятым методикам.

Анализ результатов с однократным распылением образцов вскрышных пород не выявил значимых изменений в кислотно-основных свойствах почв изученных фаций (табл. 21). Лишь в дерновом горизонте темно-серой лесной почвы фации I произошел сдвиг значений pH в сторону нейтральной реакции водной вытяжки. В почвах фаций III и IV усилилась миграция органического вещества, а в остальных исследованных почвах она ослабла с одновременным уменьшением способного передвигаться по профилю азота. Существенных изменений в содержании бикарбонат-иона в почвенных вытяжках не отмечается.

Поглощающий комплекс дерновых горизонтов почв фаций I и IV обогатился основаниями, а в облыновом черноземе фации III понизилась емкость обмена за счет увеличения масштабов вертикальной миграции органического углерода из дернового горизонта в нижние слои. Почвы трансэлювиальной и трансаккумулятивной фаций не изменили своих свойств под воздействием пыли вскрышных пород. В этих геосистемах отмечается некоторое ослабление миграции органического вещества и связанного с ним железа.

В опыте с угольной пылью существенно увеличилось количество подвижного железа во всех исследованных фациях, а в почвах фаций элювиального местоположения отмечается также повышенная подвижность органического углерода и отчасти азота. Значения pH при этом либо не изменились (фации I, IV), либо произошло незначительное подкисление дерновых горизонтов (фации III и V).

Резко сократилось вертикальное передвижение органического вещества, азота, железоорганических соединений и оснований на фоне общего снижения содержания бикарбонат-иона в лугово-черноземной почве. Это обстоятельство вызвано сорбционными свойствами угольной пыли, которая задерживает большую часть подвижных элементов из транзитных потоков вещества, проходящих через почву фации V. При экранирующем действии угольной пыли ППК лугово-черноземной почвы содержит значительно меньше обменного магния по сравнению с контролем, а способность этого элемента переходить в почвенные растворы увеличивается.

В фациях I и III, имеющих постоянный естественный растительный покров, резко снизился вынос кальция из дернового горизонта с одновременным увеличением количества водорастворимого и обменного магния в верхнем слое этих почв.

Внесение на поверхность почв сильнощелочной золы уноса Назаровской ГРЭС не оказало заметного влияния на кислотно-основные свойства почв и общее количество водорастворимых форм органики, бикарбонатной щелочности и кальция. Не произошло также существенного изменения содержаний обменного кальция в почвах элювиальных и трансэлювиальных фаций. Во всех почвах исследованных геосистем установлен ослабленный вынос оснований, а в

темно-серой лесной почве и в черноземе обыкновенном, находящихся в условиях спонтанного развития, отмечаются резкое возрастание доли магния в ППК и увеличение содержания его водорастворимых форм, хотя внесено на поверхность с золой лишь 336 мг/м² способного переходить в раствор элемента. В лугово-болотной почве трансаккумулятивной фации VI при относительно неизменном составе ППК количество органического вещества и магния в почвенных растворах значительно возросло.

Изменения, происходящие в верхних гумусовых горизонтах почв при однократном воздействии пыли угольного разреза ("нерегулярный" техногенный поток), не выходят за пределы сезонных и годовых колебаний исследованных параметров. Угнетения растительного покрова на экспериментальных площадках также не отмечается.

При длительном "стационарном" воздействии следует ожидать большего негативного эффекта от снижения фотосинтетической активности из-за постоянной запыленности листовых пластинок растений, чем от поступления пыли угольных разрезов на поверхность почв и включения высвобождающихся элементов в биогеохимические циклы. К тому же исследованная техногенная пыль не содержит в больших количествах мобильных, токсичных для растений элементов.

К более серьезным последствиям могут привести изменения в почвенном поглощающем комплексе при взаимодействии почв с золой уноса ГРЭС, содержащей до 1,5-2% легкорастворимого кальция и имеющей сильнощелочную реакцию (до pH 12,2). Повышения доли обменного и свободного магния с одновременным увеличением концентрации бикарбонат-иона неблагоприятно сказываются как на состоянии лесной растительности, так и на процессах корневого поглощения питательных элементов культурными растениями /Сатклифф, 1964; Кулагин, 1974/.

Для выявления степени воздействия техногенных продуктов ГРЭС, поступающих на поверхность с осадками, был проведен опыт с обработкой почвенных монолитов темно-серых лесных почв снеговыми водами, отобранными в районе воздействия Назаровской ГРЭС, являющейся ближайшим аналогом будущих тепловых станций КАТЭКа (эксперимент "Монолит").

Влажность почвы в монолите доводили до полевых значений, в дальнейшем монолит обрабатывали порциями снеговых вод по 100 мл в течение двух недель. Общее количество внесенной воды составило 1500 мл, что соответствует запасам влаги в 40-сантиметровом слое снега. По окончании обработки монолит демонтировался и из него отбирались образцы по 10-сантиметровым слоям, высушивались и анализировались обычными методами. Результаты анализа приведены в табл. 22, 23.

Эксперимент в целом может служить моделью начальной стадии воздействия техногенных веществ, содержащихся в выбросах, на почвы геосистем. Данный метод позволяет проследить трансформацию органоминеральной массы почв под влиянием истинных групп веществ и получить более достоверную картину происходящих изменений, чем методы работы с веществами индивидуальной природы (кислот, щелочей, чистых солей и их смесей). Методически нерешенным остался вопрос обеспечения температурного режима снеготаяния, поэтому опыт рассматривался нами как модель поступления жидких весенне-летних осадков.

Количество внесенных в почву веществ невелико по сравнению с общими запасами и составляет 2-25% от фонового содержания этих форм в почве (см. табл. 22), но оно значительно выше (в 5-10 раз), чем запасы элементов в снеговом покрове вне зоны влияния промышленных объектов КАТЭКа. Вместе с тем выявлены высокие значения pH "техногенного" снега и высо-

Таблица 22

Запасы водорастворимых форм элементов в слое 0-50 см темно-серой лесной почвы (эксперимент "Монолит"), г/м²

Объект исследования	Ca	Mg	C _{орг}	C _{мин}	Na
Исходная почва	28,8	4,2	146,8	13,3	9,6
Почва после обработки	25,4	4,1	75,6	7,5	7,7
Снеговые воды, внесенные в почву	7,7	0,5	0,9	2,5	0,2

Таблица 23

Запасы элементов в темно-серой лесной почве (эксперимент "Монолит"), г/м²

Фация	Объект исследования	Глубина, см	Обменные		Водорастворимые	
			Ca	Mg	Ca	Mg
I	Исходная почва	0-5	170,5	26,1	2,56	0,39
		5-10	449,7	76,5	4,93	0,77
	Почва после обработки	0-5	195,6	15,1	2,85	0,50
		5-10	420,8	74,0	6,04	0,43
II	Исходная почва	0-5	160,3	32,8	1,95	0,64
		5-10	392,2	96,4	3,56	1,09
	Почва после обработки	0-5	174,3	20,4	2,01	0,82
		5-10	405,8	98,7	4,20	1,43

кое содержание в нем кальция и минерального углерода бикарбонат- и карбонат-ионов.

Сопоставление с фоновыми значениями показало, что содержание водорастворимых форм кальция, магния, органического и минерального углерода в монолите уменьшилось, но общие тенденции распределения элементов по профилю почвы сохранились. Отмечаемое повышение pH в почве не выходит за пределы сезонных колебаний показателя. Если воздействие техногенных растворов на почву кратковременно (трехминутное взбалтывание при соотношении почвы к растворителю, равном 1:5), то происходят некоторое увеличение в вытяжке содержания кальция, магния и калия и уменьшение количества этих элементов в ППК (эксперимент "Вытяжка"), содержание органического углерода существенно не меняется (табл. 24).

На основании проведенных экспериментальных наблюдений за изменениями, происходящими в почвах при различных типах и уровнях техногенного воздействия, общий ход процесса взаимодействия техногенного вещества и органоминеральной массы темно-серой лесной почвы можно представить в следующем виде.

На начальной стадии кратковременного первичного воздействия растворенных в "техногенном" снеге соединений на верхние горизонты темно-серых лесных почв нарушается динамическое равновесие в системе ППК - почвенный раствор в сторону некоторого увеличения мобильных в водной среде соединений и уменьшения в почвенном поглощающем комплексе оснований. При систе-

Таблица 24

Запасы элементов в слое 0-5 см темно-серой лесной почвы (эксперимент "Вытяжка"), г/м²

Объект исследования	Водорастворимые							Обменные	
	pH	C _{орг}	C _{мин}	Ca	Mg	K	Na	Ca	Mg
Исходная почва	6,9	1,67	2,30	3,35	0,34	1,43	0,34	400,66	46,00
Почва после обработки	7,0	1,67	2,97	5,36	1,01	5,03	0,34	340,96	30,95

матической обработке почвенного монолита растворами, содержащими техногенные вещества, без удаления продуктов взаимодействия (непромывной тип водного режима) почвенный комплекс насыщается ионами кальция, часть магния переходит в обменное состояние. Происходит химическое поглощение /Горбунов, 1978/. Резко снижается способность органического вещества почвы переходить в растворы.

Периодическое воздействие техногенных веществ на почвы исследуемых геосистем вызывает изменения, не выходящие за рамки сезонных колебаний изучаемых параметров. Темно-серая лесная почва обладает определенной буферной способностью по отношению к химическому техногенному потоку. Однако свойства эти не беспредельны, и в определенных условиях (длительный и систематический привнос техногенных веществ) в верхних частях профилей почв накапливаются бикарбонаты и карбонаты щелочно-земельных элементов, которые способны не только мигрировать в пределах профиля, но и образовывать нехарактерные для данного типа почв соединения.

Полное насыщение ППК кальцием при достаточном количестве магния (даже в обменной форме), согласно исследованиям К.К. Гедройца /1933/, существенного влияния на корневое питание и урожайность отдельных сельскохозяйственных культур не оказывает, а в ряде случаев действует даже благоприятно.

Эффект техногенного вмешательства не ограничивается изменением физико-химических свойств почв геосистем - поведение поступающих макроэлементов в конечном итоге определяет общую ландшафтно-геохимическую обстановку территории.

Глава 6

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГЕОСИСТЕМ И ТЕНДЕНЦИЙ ИХ РАЗВИТИЯ

Постоянно возрастающее воздействие техногенного фактора на геосистемы обуславливает необходимость поиска вариантов оптимальных отношений общества и природы. Для этого проводится оценка природной среды и ее преобразований. А.Г. Исаченко /1980б/ считает, что цель оценки геосистем - определение степени их пригодности или благоприятности, исходя из тех или иных общественных потребностей.

С нашей точки зрения, неправомерно ограничивать эту цель определением степени пригодности природных образований для конкретного способа хозяйственного использования. Оценка геосистем должна быть направлена на разработку стратегии оптимального природопользования и основываться на всестороннем анализе их природно-ресурсного и природоохранного потенциала, включающем следующие этапы: 1 – выбор объектов оценки; 2 – обзорное картографирование; 3 – стационарное изучение природных режимов; 4 – детальное тематическое картографирование; 5 – определение тенденций развития геосистем в спонтанном режиме и под влиянием техногенного фактора; 6 – определение степени пригодности конкретных геосистем для того или иного характера использования; 7 – выбор оптимальных путей освоения природных ресурсов; 8 – разработка природоохранных мероприятий. Среди методов этой оценки важное место занимают ландшафтно-геохимические, направленные на познание закономерностей дифференциации, интеграции и функционирования геосистем посредством сопряженных исследований миграции и аккумуляции вещества в различных природных образованиях. Результаты первых четырех (и частично пятого) этапов были уже рассмотрены выше. (см. гл. 2-5). Собственно оценка геосистем в ее ландшафтно-геохимическом аспекте приводится ниже.

Основным направлением эколого-географических работ является, по И.П. Герасимову /1978/, познание тенденций развития геосистем для прогнозирования последствий воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду. Согласно В.Б. Сочаве /1978/, географический прогноз – это "разработка представлений о природных географических системах будущего, а именно об изменениях, могущих возникнуть в процессе спонтанного развития, но чаще всего вследствие деятельности человека по освоению местности, разработке природных ресурсов и в связи с другими его воздействиями на окружающую среду" (с. 292).

Прогнозирование последствий строительства объектов КАТЭКа приобретает важнейшее значение, так как создание гигантского комплекса сверхмощных угольных разрезов, тепловых электростанций, предприятий по переработке угля, ЛЭП сверхвысоких напряжений не имеет аналогов в мировой хозяйственной практике. Географический прогноз занимает при этом ведущее место в силу ряда особенностей, присущих только ему.

Прогноз должен быть интегральным, что подразумевает совместное физико- и экономико-географическое прогнозирование в рамках единой территориальной системы природа – хозяйство – население. Разработка прогнозов, как известно, ведется на локальном, региональном и глобальном уровнях. Некоторая неопределенность путей экономического развития КАТЭКа, сложность и уникальность технико-экономических решений обуславливает неоднозначность прогнозов, основой которым служат картографирование и экспериментальные работы, учитывающие развитие проектных разработок. Географический прогноз, создаваемый для территории КАТЭКа, представляет собой совокупность отраслевых, межкомпонентных и интегральных прогнозов /Воробьев и др., 1982/.

Основные положения ландшафтного прогнозирования, в целом поддерживаемые нами, достаточно полно охарактеризованы в ряде работ /Сочава, 1974, 1978; Исаченко, 1980а, б; Исаченко, Попов, 1982; и др./, в которых излагается общий взгляд на ландшафтное прогнозирование как на дальнейшее развитие теории динамики и эволюции геосистем.

Ландшафтно-геохимический прогноз, являясь частью ландшафтного, направлен на предсказание потенциально возможных (с учетом воздействия природных и антропогенных факторов) изменений характеристик вещества гео-

систем топологического и регионального уровней /Семенов, 1983; Снытко и др., 1984/.

Как и перед любым ландшафтным прогнозом, перед ландшафтно-геохимическим стоит задача выбора оптимального соотношения между жесткой охраной и разумным преобразованием геосистем /Исаченко, 1980г/. В большинстве случаев, даже в условиях интенсивного антропогенного воздействия, природная составляющая все-таки преобладает над техногенной. Поэтому, не умаляя значения последней, в первую очередь необходимо учитывать естественные изменения природной среды. При ландшафтно-геохимическом прогнозировании природные особенности геосистем рассматриваются как фон, на который техногенные факторы накладывают возмущения, приводящие к изменению вещественно-энергетического баланса. Накопление этих изменений приводит к возникновению антропогенных производных модификаций геосистем – антропогенных вариантов природных геосистем, но при этом геосистема по-прежнему остается природным образованием. И лишь в отдельных локалах природной среды возникает новый класс образований, в которых техногенный фактор довлеет над природными, – эти образования В.Б. Сочава /1978/ предложил называть геотехническими системами, или контролируемыми геосистемами (они разделяются на эпизодически и регулярно контролируемые). Однако и антропогенные факторы опосредуются природными, и, по-видимому, их также надо считать таковыми.

Из вышесказанного следует, что даже при интенсивной антропогенизации геосистем основное внимание ландшафтоведов-геохимиков должны привлекать природные процессы.

Отправными моментами для ландшафтно-геохимического прогноза служат: 1 – естественные эволюционные и динамические тенденции и закономерности и 2 – планы социально-экономического развития, учитывающие прогресс техники.

Одной из главных сторон ландшафтно-геохимического прогноза, как прогноза состояний геосистем, является диагностика самих состояний. Не последнюю роль в этом играют палеогеографические методы, ведь только зная историю развития геосистем можно "заглянуть" в их будущее /Семенов, 1983; Снытко и др., 1984/.

Важное значение в ландшафтно-географическом прогнозировании имеет корректный учет современного состояния вещества геосистем, его так называемых фоновых параметров. Так, для прогноза загрязнения геосистем микроэлементами необходимо знать уровни их фоновых содержаний в компонентах природных образований исследуемой территории. С этой целью изучалось распределение никеля, хрома, титана, ванадия, кобальта, стронция, меди, бария и марганца в почвах западного участка КАТЭКа.

Полученные данные о содержании микроэлементов во всех типах почв изученной территории позволяют отметить ряд местных и региональных особенностей их распределения (табл. 25). В пределах Назаровской котловины наблюдаются повышенное содержание в почвах кобальта, меди, бария, титана и марганца и пониженные содержания хрома и стронция относительно мирового кларка для почв /Виноградов, 1957/. Существенные различия в рассеянии микроэлементов не обнаружены (коэффициент вариации 17–38%). Пределы фоновых колебаний концентраций элементов обусловлены в основном геохимической контрастностью ландшафтов впадины и горного ее обрамления (рис. 15).

В ряде почв предгорий Кузнецкого Алатау и хр. Солгон отмечены наиболее высокие коэффициенты местной аккумуляции и выноса для никеля, титана, хрома и ванадия, рассчитанные как отношение содержания элемента

Таблица 25

Распределение микроэлементов в слое 0-20 см почв геосистем Назаровской котловины, мг/кг

Элемент	Мировой кларк в почве*	$\bar{M} \pm m$	$M_{\min} - M_{\max}$	$\pm \sigma$	Коэффициент вариации, %
Ni	40	46 \pm 2,6	21-70	13	28
Cr	200	75 \pm 5,0	23-110	25	33
Ti	4600	5800 \pm 23,4	3100-8300	119	2
V	100	102 \pm 4,0	59-150	21	19
Co	10	17 \pm 1,0	7-29	5	30
Sr	300	262 \pm 19,5	111-440	100	38
Cu	20	31 \pm 1,3	17-38	6	21
Ba	180	517 \pm 18,2	360-650	87	17
Mn	700	1037 \pm 36,2	690-1590	184	18

* По А.П. Виноградову /1957/.

в почве к местному кларку. Почвы низкогорного хр. Арга выделяются пониженным количеством этих микроэлементов, но в то же время, как и геосистемы хр. Солгон, содержат больше бария. Для почв низкогорной части Кузнецкого Алатау характерно пониженное относительно местного кларка содержание всех определенных микроэлементов.

В почвах темнохвойных геосистем ярко выражено накопление титана, кобальта и марганца. В аккумулятивных и гидроаккумулятивных местоположениях происходит значительное накопление стронция, марганца при крайне низком содержании хрома. Возможное поступление микроэлементов в геосистемы с техногенными потоками способно до некоторой степени изменить микрокомпонентный состав почв. Так, в результате воздействия газопылевых выбросов ГРЭС несколько увеличилось содержание бария в почвах подтаежных геосистем.

Пути проникновения микроэлементов из органических топлив в геосистемы различны. Часть их локализуется в золоотвалах, часть выбрасывается в атмосферу вместе с летучей золой, а также в газообразном состоянии с возможным вовлечением в биогеохимические циклы.

Германий относится к группе рассеянных в земной коре элементов. Относительное обогащение им горючих ископаемых, в частности бурых углей, предполагает интенсивное его поступление в геосистемы в процессе извлечения и последующего сжигания угля тепловыми станциями. Способность германия образовывать при высоких температурах газообразные соединения, адсорбироваться органическим веществом, изоморфно замещать кремний в силикатах, преимущественно водная форма миграции его в зоне гипергенеза, а также связь в природных процессах с токсичными микроэлементами (оловом, свинцом, цинком, мышьяком) обусловили необходимость изучения поведения

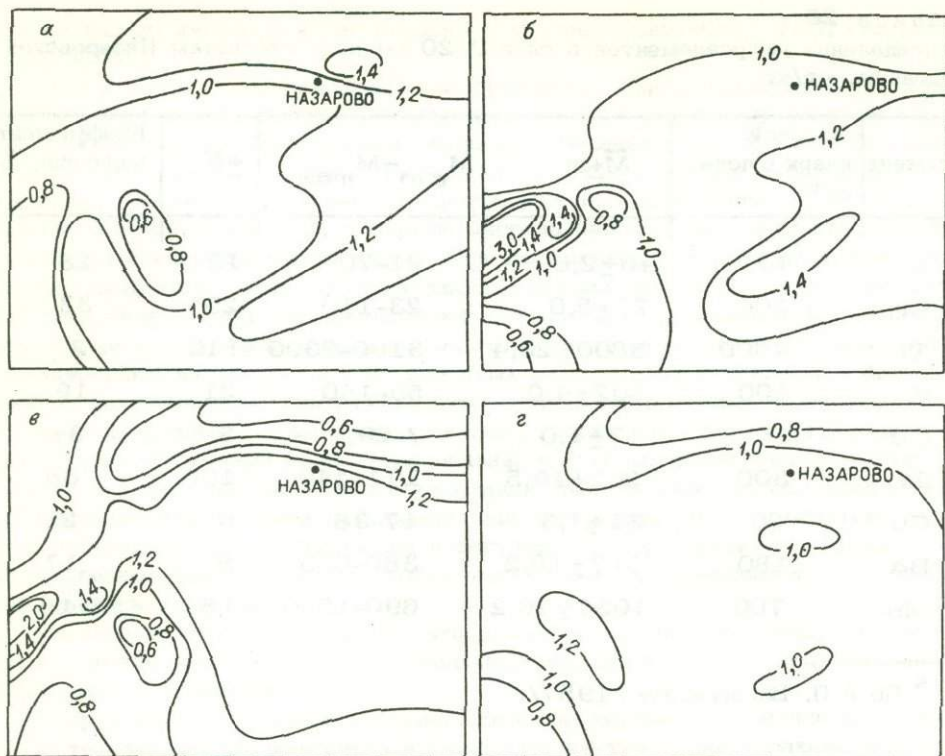


Рис. 15. Коэффициенты местной аккумуляции и выноса микроэлементов в почвах Назаровской котловины.

а - барий; б - хром; в - никель; г - ванадий.

этого элемента в геосистемах, подверженных усиливающемуся техногенному воздействию.

Для этой цели химическим методом определялось валовое содержание германия в природных объектах: углях, породах, шлаках, осадках, растительности, опаде и в почвах геосистем, находящихся в сфере воздействия Назаровской ГРЭС и вне зоны влияния.

Верхние горизонты дерновых лесных почв Назаровской котловины имеют повышенное содержание германия по сравнению с кларком. Угли КАТЭКа в некоторой степени обогащены германием, причем большая его часть (70-75%) образует летучие соединения в процессе сжигания топлива, однако как в снеговых водах контрольного участка, так и в снеге под факелом выбросов германий не обнаружен. Анализ золы растений не выявил биологического поглощения этого элемента.

На основе полученных материалов установлено, что извлечение германия с бурными углями на поверхность и последующее сжигание приводит в основном к рассеянию элемента через атмосферу без локального его накопления в пределах Назаровской котловины.

Данные детального изучения динамики вещества в геосистемах-дублях позволяют предсказать основные изменения, происходящие в геосистемах при усиливающемся техногенном воздействии.

Распашка почв приводит к нивелированию значений рН, изменению состава гумуса в сторону уменьшения негидролизующей его части и увеличению подвижности при некотором снижении содержания органического углерода. Изменяются также водно-физические свойства почв, происходит сужение диапазонов колебаний запасов легкорастворимых соединений, причем в большей степени эти явления проявляются в антропогенных модификациях фаций с серыми лесными почвами. При распахивании ухудшаются условия и изменяется направление миграции элементов, проявляющееся в доминировании горизонтальной составляющей миграции над вертикальной; снижается устойчивость почв к воздействию хемогенных потоков вещества: происходит механическое (при отвальной обработке почвы) включение продуктов техногенеза в органоминеральную массу почв с последующим взаимодействием их с ППК.

Лесопосадки на черноземах вызывают некоторое подкисление верхних слоев почвы и изменение их гумусного состояния. Кроме того, увеличиваются масштабы вертикального передвижения элементов с почвенными растворами.

Поступление пыли угольных разрезов на примыкающие к карьерам геосистемы не вызывает существенных изменений в почвах. Гораздо более серьезным фактором негативного воздействия может явиться запыленность атмосферы и листовых поверхностей растений. Значительно изменяет свойства почв поступающая на ее поверхность пылеватая фракция золы уноса ГРЭС.

При существующих методах очистки газопылевых выбросов ГРЭС на близлежащей к тепловой станции территории будет происходить накопление бикарбонатов и карбонатов щелочно-земельных элементов и нерастворимых в воде веществ техногенной природы. Значительная часть техногенных веществ, сорбируемых снегом, будет переноситься и частично локализоваться в подчиненных элементах рельефа, а частично поступать в речную сеть. При попадании в почву эти вещества могут вызвать некоторое подщелачивание верхних горизонтов (до 20 см), причем почвенный поглощающий комплекс будет полностью насыщен кальцием, а магний будет накапливаться в основном в необменной форме. Высокая интенсивность процессов преобразования органической и минеральной массы в исследованных геосистемах предполагает возможное постепенное высвобождение ряда химических элементов из нерастворимого техногенного вещества и переход их в подвижные формы.

Легколетучие компоненты выбросов тепловых станций (германий, мышьяк, часть сернистых соединений) способны рассеиваться через атмосферу на значительной площади без образования геохимических неаномалий.

Основным инструментом ландшафтно-геохимической оценки любой территории являются ландшафтно-геохимическая карта, а также дополняющие ее картосхемы отдельных геохимических параметров геосистем. Ландшафтно-геохимические карты составились для поисков полезных ископаемых /Глазовская, 1961, 1969; Глазовская и др., 1961; Гедымин, 1967, 1970; Михайлов и др., 1967; Солнцева, 1969; Назаров, 1974; Тайсаев, 1981/, решения вопросов генезиса почв /Базилевич, 1965; Ковда, 1973/, изучения влияния ландшафтно-геохимических факторов на здоровье населения /Добровольский, 1967; Цветкова, 1983/; есть ландшафтно-геохимические карты общенаучного назначения /Перельман, 1964, 1975/. В последнее время появились карты геохимического содержания и для анализа зоны техногенеза /Глазовская, 1972; Солнцева, 1976, 1979; Сорокина, 1983/, представляющие собой образцы совершенно нового подхода в тематической картографии.

Методика составления ландшафтно-геохимических карт развивалась на основе синтеза ландшафтного и геохимического картирования /Перельман, 1975/. При создании таких карт обычно используют два вида информации: 1 - картографические и литературные источники, характеризующие условия

Таблица 26

Основные характеристики ландшафтно-геохимических территориальных систем

Номер выдела	Геохимическая формула	Контрастность автономных и подчиненных геосистем	Преобладающий барьер	Преобладающее направление водной миграции	Интенсивность водной миграции	Устойчивость к техногенному загрязнению
1	$H - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Sr}{Mn, Co, Cr}$	Резкая	Биогенный	Горизонтальное	Высокая	Средняя
2	$H - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Sr}{Mn, Co, Cr}$	Высокая	Биогенный, восстановительный глеевый	"	Средняя	Слабая
3	$H - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Sr}{Mn, Co, Cr}$	"	Биогенный, иллювиальный	Горизонтальное, вертикальное	Высокая	"
4	То же	Средняя	То же	Вертикальное	"	Очень слабая
5	$H-Fe - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Sr}{H_2O, Mn, Ti, Fe}$	Высокая	Биогенный, окислительный железистый	Горизонтальное	"	Средняя
6	$H - \frac{N, P, K, Ca, Na, Cu, Ni, Co}{Ba, Sr}$	Средняя	Биогенный, иллювиальный	Вертикальное, горизонтальное	"	Слабая
7	$H-Fe \frac{N, P, K, Ca, Na}{H_2O, Mn, Ba, Sr}$	Слабая	Биогенный, восстановительный глеевый	Вертикальное	Низкая	Очень слабая
8	$H-Ca - \frac{N, P, K, Ni, Cu, Co}{Ba, Sr}$	Высокая	Биогенный, иллювиальный	Горизонтальное, вертикальное	Средняя	Слабая
9	$Ca-H - \frac{N, P, K, Ni, Cu, Co}{Mg, Ba, Sr}$	Слабая	Биогенный, карбонатный	То же	"	Средняя

10	$\text{H-Ca-} \frac{\text{N, P, K, Ni, Cu, Co}}{\text{Ba, Sr}}$	"	Биогенный, илливи- альный	Вертикальное	"	Очень слабая
11	$\text{H-Fe-} \frac{\text{N, P, K, Ca, Na, Ni, Co}}{\text{H}_2\text{O, Mn, Ti}}$	"	Биогенный, восста- новительный глеевый	"	Низкая	" "
12	$\text{Ca-} \frac{\text{N, P, K, Ba, Sr}}{\text{Ni, Cr}}$	Средняя	Биогенный, карбо- натный	Горизонтальное	Средняя	Высокая
13	$\text{Ca-} \frac{\text{N, P, K, Na}}{\text{Mg, Ni, Cr}}$	Слабая	Карбонатный	Горизонтальное, вертикальное	"	"
14	$\text{Ca-} \frac{\text{N, P, K, Ba, Sr}}{\text{Ni, Cr}}$	"	Биогенный, карбонатный	Вертикальное	Низкая	Средняя
15	$\text{Ca-Fe-} \frac{\text{O, N, P, K, Ba, Sr, Cu}}{\text{H}_2\text{O, Mn, Fe}}$	Очень слабая	Биогенный, восстано- вительный глеевый	Вертикальное	"	Слабая
16	$\text{Ca-} \frac{\text{H}_2\text{O, N, P, K, Mn, Sr}}{\text{Ni}}$	Средняя	Гумусово-адсорбцион- ный, карбонатный	Горизонтальное, вертикальное	"	Высокая
17	$\text{Ca-} \frac{\text{H}_2\text{O, N, P, K, Mn, Sr}}{\text{Ni}}$	Слабая	То же	Вертикальное, горизонтальное	"	"
18	$\text{Ca-} \frac{\text{H}_2\text{O, N, P, K, Mn, Sr}}{\text{Ni}}$	Очень слабая	"	Вертикальное	"	Средняя
19	$\text{Ca-} \frac{\text{N, P, K, Cr, Ba}}{\text{Cu}}$	Слабая	"	Вертикальное, горизонтальное	Средняя	"
20	$\text{Ca-Fe-} \frac{\text{N, K, Cr, Ba, Cu}}{\text{H}_2\text{O, Mn, Sr}}$	Высокая	Окислительный, желе- зистый	Горизонтальное	Высокая	Высокая
21	$\text{Ca-Fe-} \frac{\text{O, N, K, Cr, Ba, Cu}}{\text{H}_2\text{O, Fe, Mn}}$	Слабая	Восстановительный глеевый	Вертикальное	Низкая	Слабая
22	$\text{Na-} \frac{\text{N, P, Ni, Ca}}{\text{Na, Cl, SO}_4}$	Средняя	Испарительный	"	"	"
23	$\text{Na-Ca-} \frac{\text{N, P, K, Ba, Ti, Ni, Co}}{\text{Na, Mg, Sr}}$	"	Щелочной	"	"	"
24	$\text{O-Ca-C-} \frac{\text{Si, I, F, ...}}{\text{H}_2\text{O, NH}_4, \text{Mg}}$	Резкая	Седиментационный кислородный	"	"	Очень слабая

и факторы миграции вещества и 2 - данные по количеству, особенностям и направлениям миграции /Солнцева, 1969; Перельман, 1975/. Первый вид информации применяется при выделении контуров, второй - для их характеристики.

Выделение контуров, т.е. создание основы ландшафтно-геохимической карты, производится обычно без использования собственно ландшафтно-геохимических материалов. Более того, как отмечает А.В. Гедымин /1970/, многие ландшафтно-геохимические карты в принципе мало отличаются от ландшафтных, ибо геохимические характеристики на самой карте часто не находят отражения, а выносятся в легенду или в дополняющие ее таблицы. Данное обстоятельство вполне объяснимо, ведь, как отмечал еще Б.Б. Польнов /1956/, геохимические ландшафты не есть что-то отличное от физико-географических ландшафтов, это те же самые категории, но характеризующиеся с позиций геохимии. Отдельные авторы используют для ландшафтно-геохимических карт геологическую основу /Назаров, 1974; Тайсаев, 1981/, большинство же - так называемую ландшафтную, причем при создании последней основными источниками являются почвенные карты /Солнцева, 1969/.

Характеристика выделенных контуров обеспечивается специальными исследованиями, однако геохимическое содержание карт определяется не столько их геохимической нагрузкой, сколько принципами классификации ландшафтов, которые использованы при составлении карты /Перельман, 1975/. По В.Б. Сочаве /1973/, легенды тематических карт среды обитания должны включать ступени, которым подчинены картируемые объекты, рассматриваемые как открытые системы или их части; в совокупности эти ступени представляют иерархию природных систем.

Основой ландшафтно-геохимической карты западного участка КАТЭКа послужила ландшафтная, но сложности получения геохимической информации обусловили генерализацию последней и уменьшение ее масштаба в 2 раза. Главные единицы ландшафтно-геохимического картографирования - ландшафтно-геохимические территориальные системы (ЛГТС) - геохоры. Обычно их ранг соответствует, по В.Б. Сочаве /1978/, мезогеохорам, но состояние изученности региона не позволяет выдержать до конца избранный принцип картографирования, в связи с чем ряд ареалов генерализован, а сами ЛГТС объединены в типы и классы.

Всего на ландшафтно-геохимической карте западного участка КАТЭКа нашли отражение 24 типа ЛГТС, объединенные в семь классов (табл. 26, рис. 16). Если содержание большинства приведенных показателей соответствует общепринятому /Глазовская, 1964; Перельман, 1975/, то последняя характеристика ЛГТС - устойчивость геосистем к техногенному загрязнению - требует некоторого пояснения.

Широкое разнообразие природных условий, предопределившее сложную дифференциацию и контрастность геосистем, сказывается на их устойчивости к техногенному загрязнению, под которой понимаются, как отмечалось выше, способность природных образований сохранять свою структуру и режимы до определенных пределов хомогенных нагрузок, а также способность к релаксации после снятия последних. Устойчивость геосистем определяется главным образом их способностью к самоочищению, которая зависит от наличия или отсутствия мощных гумусово-адсорбционного и биологического ландшафтно-геохимических барьеров, скорости водообмена, характера дренирования, скорости и емкости биологического круговорота, состава почвенного поглощающего комплекса и от возможностей управления процессом самоочищения.

Настоящую карту нельзя относить к разряду инвентаризационных, так как она содержит элементы прогнозного характера и может быть использована

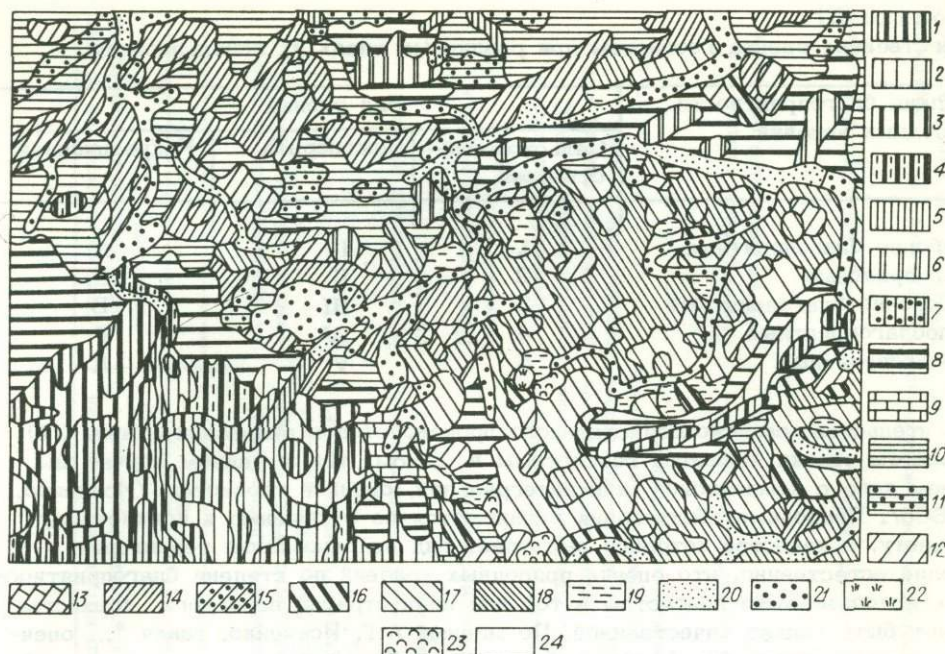


Рис. 16. Ландшафтно-геохимическая карта западного участка КАТЭКа.

Ландшафтно-геохимические территориальные системы: А – южносибирские таежные: 1 – субальпийские горно-луговые и среднегорные темнохвойные, 2 – низкогорные темнохвойные, 3 – низкогорные светлохвойные, 4 – предгорные и подгорные светлохвойные, 5 – лугово-лесные долинные; Б – среднесибирские таежные: 6 – предгорные и подгорные светлохвойные, 7 – равнинные и низинные светлохвойные заболоченные; В – южносибирские подтаежные: 8 – низкогорные и предгорные светлохвойные и смешанные, 9 – низкогорные и предгорные светлохвойные на карбонатных отложениях, 10 – подгорные и равнинные светлохвойные и смешанные, 11 – низинные смешанные заболоченные; Г – южносибирские лесостепные: 12 – склоновые и плоских возвышенностей березовые и пахотные, 13 – плоских возвышенностей березовые и пахотные на карбонатных отложениях, 14 – равнинные и низинные мелколиственные и пахотные, 15 – низинные мелколиственные заболоченные; Д – южносибирские степные: 16 – склоновые разнотравно-ковыльные и пахотные, 17 – плоских возвышенностей и высоких равнин пахотные, 18 – равнинные и низинные пахотные; Е – южносибирские лугово-степные и гидроморфные: 19 – лугово-степные злаково-разнотравные и пахотные, 20 – аллювиальные луговые и лугово-болотные, 21 – болотные низинные и лугово-болотные; Ж – южносибирские галоморфные: 22 – солонцовые и степные солонцеватые, 23 – солончаковые и степные засоленные; З – аквальные: 24 – озерные пресные.

в практике проектирования объектов топливно-энергетического комплекса вместе с дополняющими ее картографическими материалами. К числу последних относится ландшафтно-оценочная карта западного участка КАТЭКа (рис. 17), представляющая собой схему районирования территории по степени пригодности к различным видам использования: для целей промышленного

Таблица 27

Качественная оценка геосистем при различных видах их использования

Степень благоприятности природных условий	Вид оценки		
	Сельскохозяйственная	Инженерная	Рекреационная
Наиболее благоприятные	1	I	A
Благоприятные	2	II	B
Выборочно благоприятные	3	III	B
Малоблагоприятные	4	IV	Г
Неблагоприятные	5	V	Д

строительства, сельскохозяйственного производства и рекреации (табл. 27). Объектом оценки являются геосистемы в целом, т.е. в данном случае мы имеем дело с комплексной, или интегральной, оценкой геосистем /Исаченко, 1980б/. Природные образования оцениваются по отношению к конкретному субъекту, в качестве которого выступает вид использования территории. Вполне естественно, что оценка природных условий по степени благоприятности к использованию геосистем в той или иной отрасли народного хозяйства может быть только качественной. По мнению А.Г. Исаченко, такая "... оценка выражает отношение "субъекта" к "объекту" в форме специализированной группировки (ранжирования) оцениваемых объектов в зависимости от их социальной значимости, возможности и эффективности использования" /Там же, с. 199/.

Основой ландшафтно-оценочной карты послужила также ландшафтная карта, а для оценки использовались данные ландшафтно-геохимической карты.

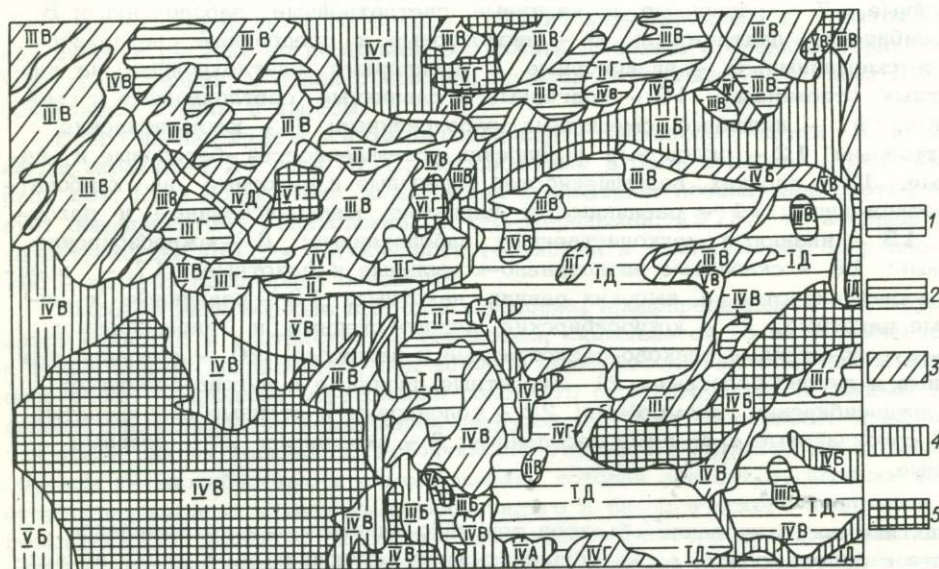


Рис. 17. Ландшафтно-оценочная карта западного участка КАТЭКа. Усл. обозн. см. табл. 27.

Таблица 28

Характеристика природоохранных подрайонов Назаровской котловины

Под-район	Преобладающие геосистемы	Основные направления современного использования территории	Предполагаемое направление использования территории	Основные мероприятия по оптимизации ландшафтно-геохимической обстановки
1	2	3	4	5
I	Лугово-болотные и болотные долинные р. Урюп, низинная лесостепь	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Промышленное (добыча угля, строительство ГРЭС, водохранилища, дорог, ЛЭП и др.), сельскохозяйственное, селитбное	Совершенствование системы очистки выбросов ГРЭС
II	Луговые и болотные долинные р. Чулым, равнинная лесостепь	Лесо- и сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Лесо- и сельскохозяйственное, рекреационное	Предотвращение эрозии на пашне
III	Низинная лесостепь с участками равнинной степи	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Сельскохозяйственное	Предотвращение водной и ветровой эрозии
IV	Луговые и лугово-болотные долинные р. Чулым, равнинная лесостепь с лугово-степными участками	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья), промышленное (добыча угля, производство электроэнергии, машиностроение, строительная и пищевая промышленность), транспортное, селитбное	Сельскохозяйственное (пригородное), промышленное (добыча угля, производство электроэнергии, расширение промышленности строительных материалов), рекреационное, селитбное	Совершенствование систем очистки выбросов ГРЭС, рекультивация земель, утилизация золы и шлака
V	Лугово-болотные долинные р. Серж, пологосклонная и возвышенная лесостепь Антроповского вала	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Сельскохозяйственное, рекреационное	Предотвращение водной эрозии, регламентация рекреации
VI	Луговые и болотные долинные р. Чулым, равнинная лесостепь	То же	Сельскохозяйственное	Предотвращение эрозии на пашне
VII	Горная тайга Кузнецкого Алатау	Лесохозяйственное	Лесохозяйственное, рекреационное	Ограничение рубок в верховьях малых рек, регламентация рекреации

1	2	3	4	5
VIII	Равнинная и низинная лесостепь с лугово-степными участками и массивами болот	Сельскохозяйственное (пашня, узкими полосами кормовые угодья)	Промышленное (строительство ГРЭС, водохранилищ, предприятий строительной индустрии, угольных разрезов), сельскохозяйственное (пашня), рекреационное	Совершенствование системы очистки выбросов ГРЭС, утилизация золы и шлака, рекультивация земель
IX	Равнинная и низинная лесостепь	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Сельскохозяйственное	Рациональная система удобрений, регламентация пастбы скота
X	Предгорная подтайга, пологосклонная лесостепь	Лесохозяйственное, сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Лесохозяйственное, рекреационное, сельскохозяйственное	Запрещение рубок в водоохранных зонах, регламентация рекреации
XI	Оз. Белое, болотные массивы, равнинная лесостепь и степь	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья), рекреационное, неиспользуемые заболоченные земли	Рекреационное, сельскохозяйственное	Регламентация рекреации и пастбы скота
XII	Равнинная лесостепь и степь	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Сельскохозяйственное	Рациональная система удобрений
XIII	Болотные долинные р. Серж, перемежающиеся участки лесостепи и пологосклонной степи	Сельскохозяйственное (пашня) и неиспользуемые заболоченные земли	"	Создание кормовых угодий, рациональная система удобрений на пахотных землях
XIV	Степь высоких равнин с отдельными участками солонцовых комплексов, солончаков и засоленных почв	Сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья), промышленное (переработка сельскохозяйственного сырья), лесохозяйственное	Сельскохозяйственное, промышленное	Орошение, рациональная система удобрений, промывка засоленных почв, плантажная вспашка и гипсование солонцов, регламентация пастбы скота, очистка сточных вод
XV	Горная тайга хр. Солгон	Лесохозяйственное, сельскохозяйственное (пашня, кормовые угодья)	Лесохозяйственное, рекреационное	Запрещение рубок в водоохранных зонах, регламентация рекреации, сокращение пахотных площадей, регламентация пастбы скота
XVI	Равнинная и низинная лесостепь с подтаежными участками плоских возвышенностей	Лесохозяйственное, сельскохозяйственное (пашня)	Лесохозяйственное, сельскохозяйственное	Ограничение рубок, рациональная система удобрений на пахотных землях

Рис. 18. Природоохранное районирование Назаровской котловины.
Усл. обозн. см. табл. 28.



Конкретные участки территории оценивались с позиций возможностей использования геосистем, которые по степени благоприятности к тому или иному виду использования подразделяются на пять категорий (см. табл. 27). По сути дела, это

балльная оценка природных образований, результат бонитировки, но так как к настоящему времени в географии сложилась нездоровая, на наш взгляд, тенденция к математизации любых показателей, мы, учитывая, что эти показатели имеют качественный характер и в достаточной мере субъективны (авторов всего трое), решили не придавать результатам оценки никакой количественной видимости. Эти баллы отражают свойства геосистем с совершенно различных сторон. Тем не менее оцениваются одни и те же объекты, что позволяет, анализируя поведение вещества в геосистемах, подойти к выбору оптимальных путей освоения территории.

В географической литературе большое внимание уделяется разработке проблем оптимизации природопользования. Понятие "природопользование" объединяет все стороны воздействия человеческого общества на природу, включая ее освоение, преобразование и охрану /Ефремов, 1975, 1976; Анучин, 1978; Природопользование..., 1978; Маринич, 1980/.

Схема природоохранного районирования (рис. 18) составлялась на основе интерпретации ряда тематических карт (общезкономической, геоботанической, типов рельефа, почвенной, ландшафтной, ландшафтно-геохимической, сельскохозяйственного использования земель, ландшафтно-оценочной и др.) с учетом вариантов хозяйственного строительства. Внутри топогеохор выделены природоохранные подрайоны, различающиеся по ландшафтной структуре, основным направлением современного хозяйственного использования, степени существующего антропогенного воздействия, устойчивости геосистем к техногенному загрязнению (табл. 28). В зависимости от прогнозируемых изменений ландшафтно-геохимической обстановки в результате воздействия техногенного фактора разработаны мероприятия по минимизации негативного влияния производств КАТЭКа и сельскохозяйственных предприятий на геосистемы. В соответствии с предполагаемой направленностью хозяйственного освоения территории ранее были предложены конкретные мероприятия по оптимизации природопользования /Природа..., 1983/.

Данная схема может применяться при разработке проектов хозяйственного развития КАТЭКа, так как задачи охраны природы должны решаться в процессе ее использования, на что совершенно справедливо указали В.С. Преображенский, Т.Д. Александра /1982/.

Современный этап взаимодействия общества и природной среды характеризуется переходом от идеи господства человека над природой к идее их равноправного партнерства /Ласкорин, 1980/. В.Б. Сочава /1978/ считал, что отношения человека со средой должны строиться на основе "сотворчества", под которым он понимает "систему мероприятий, направленную на развитие потенциальных сил природы, активизацию природных процессов, увеличение продуктивности геосистем, а следовательно, и коэффициента полезного использования человеком энергетических возможностей земного пространства" (с. 254). Вполне очевидно, что выдвинутый В.Б. Сочавой принцип сотворчества человека с природой должен стать основополагающим при создании систем рационального природопользования, ведь только действуя в союзе с природой можно добиться устойчивых результатов.

Ландшафтно-геохимический анализ, наряду с оценкой геосистем и тенденций их развития, представляется важным направлением в решении проблем взаимодействия с природной средой, и глубокие исследования в этой области — необходимое условие успешной разработки систем рационального природопользования, особенно для районов интенсивного хозяйственного освоения, к которым относится территория КАТЭКа.

Ландшафтно-геохимический анализ геосистем позволяет не только оценить их современное состояние, но и прогнозировать возможные изменения при различной степени антропогенного вмешательства. Концепция ландшафтной структуры основана на одновременном выделении геомеров и геохор, картографический анализ которых дает возможность оценить встречаемость геосистем различных категорий. Использование при ландшафтной классификации данных о массе вещества помогает анализировать и ландшафтно-геохимическую ситуацию района.

Созданная на территорию западного участка КАТЭКа ландшафтно-геохимическая карта явилась главным инструментом оценки геосистем. Наряду со схемой физико-географического районирования она позволила экстраполировать данные о свойствах геосистем, полученные в результате стационарных работ, на большую территорию. На ее основе составлены ландшафтно-оценочная карта и схема природоохранного районирования, которые могут быть использованы при разработке проектов хозяйственного развития топливно-энергетического комплекса.

Впервые организованные в районе КАТЭКа стационарные ландшафтно-геохимические исследования дали возможность проследить ход внутригодовой и отчасти многолетней динамики некоторых ландшафтных показателей. Отмечена незначительная их вариабельность в пространственном плане (в пределах элементарной геосистемы), что предопределило проведение временных наблюдений с большей долей объективности. Подчеркнута зависимость ряда почвенно-геохимических показателей от гидротермических факторов. Одновремен-

менные наблюдения в геосистемах-дублях выявили существенное отличие почвенно-геохимических данных, полученных в антропогенно преобразованных геосистемах от параметров, присущих их природным аналогам.

В работе не рассмотрены создаваемые в пределах Назаровской котловины геотехнические системы, поскольку на данном этапе формирования комплекса они локализованы и еще не оказывают заметного влияния на современную общую ландшафтно-геохимическую обстановку. В дальнейшем их возрастающее воздействие на окружающую среду будет проявляться в более значительных масштабах, поэтому учет данного фактора - необходимое звено различных исследований, направленных на составление прогноза развития геосистем и оптимизацию природопользования.

ЛИТЕРАТУРА

- Агрохимические методы исследования почв. - М.: Наука, 1975. - 656 с.
- Агроценозы степной зоны. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1984. - 246 с.
- Александровская Н.В., Пармузин Ю.П., Рябчиков А.М. Азия. Физико-географическое районирование. - В кн.: Физико-географический атлас мира. М.: изд. ГУГК, 1964. - с. 116.
- Алтае-Саянская горная область. - М.: Наука, 1969. - 116 с.
- Анучин В.А. Основы природопользования: Теоретический аспект. - М.: Мысль, 1978. - 295 с.
- Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. - М.: Изд-во МГУ, 1970. - 488 с.
- Аристовская Т.В. О некоторых итогах работ по международной биологической программе в области почвенной микробиологии. - В кн.: Закономерности развития почвенных микроорганизмов. Л.: Изд-во ЛГУ, 1975, с. 5-15.
- Арманд А.Д., Таргульян В.О. Некоторые принципиальные ограничения эксперимент и моделирования в географии (принцип дополнительности и характерное время). - Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1974, № 5, с. 129-138.
- Афанасьева Е.А. Водно-солевой режим обыкновенных южных черноземов Юго-Востока европейской части СССР. - М.: Наука, 1980. - 217 с.
- Базилевич Н.И. Геохимия почв содового засоления. - М.: Наука, 1965. - 351 с.
- Белов А.В., Букс И.И., Ильина И.С. Вопросы составления карты растительности Азиатской России. - Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1973, вып. 36, с. 30-40.
- Быстрицкая Т.Л., Волкова В.В., Снакин В.В. Почвенные растворы черноземов и серых лесных почв. - М.: Наука, 1981. - 147 с.
- Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв и грунтов. - М.: Высш. шк., 1973. - 400 с.
- Видина А.А. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтными исследованиям. - М.: Изд-во МГУ, 1962. - 120 с.
- Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. - М.: Изд-во АН СССР, 1957. - 238 с.
- Воробьев В.В., Буфал В.В., Волкова В.Г. и др. Методические аспекты географического прогнозирования воздействия объектов КАТЭКа на окружающую среду. - В кн.: Задачи географов в реализации планов XI пятилетки. Иркутск, 1982, с. 5-8.
- Гаазе Г. Топологическая и хорологическая структура природного района. - В кн.: Топология геосистем - 71. Иркутск, 1971, с. 77-82.
- Гедройц К.К. Учение о поглотительной способности почв. - М.: Сельхозгиз, 1933. - 207 с.
- Гедройц К.К. К вопросу об изменчивости концентрации почвенного раствора и содержание в почве легкорастворимых соединений в зависимости от внешних условий. - В кн.: Избранные научные труды. М.: Наука, 1975, с. 5-36.
- Гедымин А.В. О ландшафтно-геохимических картах. - В кн.: География почв и геохимия ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1967, с. 123-134.
- Гедымин А.В. Вопросы составления ландшафтно-геохимических карт среднего масштаба. - Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1970, № 3, с. 36-42.
- Географические условия создания Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса. - Иркутск, 1979. - 156 с.
- Герасимов И.П. Охрана окружающей среды. Программа фундаментальных исследований. - Вестн. АН СССР, 1978, № 2, с. 59-70.

- Геренчук К.И., Боков В.А., Черванев И.Г. Общее землеведение. - М.: Высш. шк., 1984. - 255 с.
- Глазовская М.А. Опыт составления ландшафтно-геохимической карты (на примере восточного склона Южного Урала). - Учен. зап. Лاتف. гос. ун-та. Т. 37. Географические науки, 1961, вып. 4, с. 159-171.
- Глазовская М.А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов. - М.: Изд-во МГУ, 1964. - 229 с.
- Глазовская М.А. Ландшафтно-геохимическое районирование для геохимических поисков (на примере восточной части Оренбургской области). - В кн.: Микроэлементы в ландшафтах Советского Союза. М.: Изд-во МГУ, 1969, с. 109-121.
- Глазовская М.А. Технобиogeомы - исходные физико-географические объекты ландшафтно-геохимического прогноза. - Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1972, № 6, с. 23-35.
- Глазовская М.А. Природные аналоги техногенных геохимических аномалий. - В кн.: Добыча полезных ископаемых и геохимия природных экосистем. М.: Наука, 1982, с. 131-166.
- Глазовская М.А., Макунина А.А., Павленко И.А. и др. Геохимия ландшафтов и поиски полезных ископаемых на Южном Урале. - М.: Изд-во МГУ, 1961. - 182 с.
- Горбачев В.Н. Почвы Нижнего Приангарья и Енисейского края. - М.: Наука, 1967. - 140 с.
- Горбачев В.Н. Почвы Восточного Саяна. - М.: Наука, 1978. - 199 с.
- Горбунов Н.И. Минералогия и физическая химия почв. - М.: Наука, 1978. - 294 с.
- Градобоев Н.Д. Почвы Минусинской впадины. - В кн.: Труды Южно-Енисейской комплексной экспедиции. Вып. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1954, с. 7-183.
- Григорьев К.Н. Канско-Ачинский угольный бассейн. Геологическое строение, угленосность и перспективы развития. - М.: Недра, 1968. - 184 с.
- Гришина Л.А., Орлов Д.С. Система показателей гумусного состояния почв. - В кн.: Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978, с. 42-52.
- Демек Я. Теория систем и изучение ландшафта. - М.: Прогресс, 1977. - 223 с.
- Добровольский В.В. Геохимия ландшафта и некоторые вопросы здравоохранения населения. - В кн.: Геохимия ландшафта. М.: Наука, 1967, с. 40-53.
- Ермолаев М.М. Введение в физическую географию. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1969. - 260 с.
- Ефремов Ю.К. Природопользование. - БСЭ, 1975, т. 20, с. 595-596.
- Ефремов Ю.К. Проблемы теории природопользования. - В кн.: Актуальные направления советской географии. М.: Наука, 1976, с. 71-88.
- Зайдельман Ф.Р., Нарокова Р.П. Моделирование глееобразования на разных породах в условиях промыслового и застойного режимов. - В кн.: Проблемы почвоведения. М.: Наука, 1978, с. 79-86.
- Зятькова Л.К. Структурная геоморфология Алтае-Саянской горной области. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. - 215 с.
- Исаченко А.Г. Основы ландшафтоведения и физико-географическое районирование. - М.: Высш. шк., 1965. - 327 с.
- Исаченко А.Г. Геотопология и учение о ландшафте. - Изв. ВГО, 1972, № 3, с. 161-173.
- Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. - Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1980а. - 222 с.
- Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды: Географический аспект. - М.: Мысль, 1980б. - 264 с.
- Исаченко А.Г., Попов Б.А. Сушность и содержание ландшафтно-географического прогноза. - В кн.: Динамика ландшафтов равнинных и горных стран. Л.: Изд-во ЛГУ, 1982, с. 3-21.
- Калесник С.В. Основы общего землеведения. - М.-Л.: Учпедгиз, 1955. - 472 с.
- Карпачевский Л.О. Пестрота почвенного покрова в лесном биогеоценозе. - М.: Изд-во МГУ, 1977. - 312 с.
- Карпачевский Л.О., Киселева Н.К. Изучение динамики некоторых веществ в дерново-подзолистых почвах с помощью КУ-2. - Агрохимия, 1969, № 7, с. 116-122.
- Карпачевский Л.О., Ноздрунова Е.М. Некоторые особенности миграции Al и Fe в дерново-подзолистых почвах широколиственно-еловых лесов. - Вестн. МГУ. Сер. биол., почвовед., 1974, № 6, с. 94-99.
- Кауричев И.С., Ноздрунова Е.М. Учет миграции некоторых соединений в почве с по-

мощью лизиметрических хроматографических колонок. - Почвоведение, 1960, № 12, с. 23-35.

Классификация и диагностика почв СССР. - М.: Колос, 1977. - 224 с.

Коваленко В.И., Мартынов В.П. Реактив для вытеснения обменных катионов кальция и магния из карбонатных почв. - Сиб. вестн. с.-х. науки, 1983, № 1, с. 102-104.

Ковалев Р.В., Рябова Т.Н., Курачев В.М., Рудасова Ж.А. Солевой режим почв. - В кн.: Структура, функционирование и эволюция системы биогеоценозов Барабы. Т. 2. Биогеоценозические процессы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1976, с. 184-204.

Ковда В.А. Происхождение и режим засоленных почв. Т.1. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1946. - 573 с.

Ковда В.А. Основы учения о почвах. Т. 2. - М.: Наука, 1973. - 468 с.

Козловский Ф.И. Методы исследования солевого режима почв. - В кн.: Методы стационарного изучения почв. М.: Наука, 1977, с. 88-166.

Красноярский край. Природное и экономико-географическое районирование. - Красноярск: изд. Красноярского пед. ин-та, 1962. - 401 с.

Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. - 232 с.

Кулагин Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. - М.: Наука, 1974. - 126 с.

Ландшафты юга Восточной Сибири. М 1:1 500 000. - М.: изд. ГУГК, 1977.

Ласкорин Б.Н. Развитие производства и защита окружающей среды. - В кн.: Общество и природная среда. М.: Знание, 1980, с. 152-168.

Лиханов Б.Н. Природное районирование. - В кн.: Средняя Сибирь. М.: Наука, 1964, с. 327-383.

Лиханов Б.Н., Хаустова М.Н. Физико-географические различия Красноярского края. - В кн.: Природные условия Красноярского края. М.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 24-52.

Макаров Б.Н. Методы изучения газового режима почв. - В кн.: Методы стационарного изучения почв. М.: Наука, 1977, с. 55-87.

Макунина А.А. Ландшафты Урала. - М.: Изд-во МГУ, 1974. - 159 с.

Маринич А.М. Географические исследования по региональному природопользованию в Украинской ССР. - В кн.: IV съезд Географического общества УССР: Тез. докл. Киев: изд. Геогр. о-ва СССР, 1980, с. 6-8.

Методы стационарного изучения почв. - М.: Наука, 1977. - 296 с.

Михайлов И.С., Михайлова Р.П., Солнцева Н.П. Опыт составления ландшафтно-геохимической карты горно-таежных районов для целей поисков полезных ископаемых. - В кн.: География почв и геохимия ландшафтов. М.: Изд-во МГУ, 1967, с. 135-167.

Михайлов Н.И. Проблема физико-географического районирования СССР. - В кн.: XIX Международный географический конгресс в Стокгольме. М.: Изд-во АН СССР, 1961а, с. 273-277.

Михайлов Н.И. Горы Южной Сибири: Очерк природы. - М.: Географгиз, 1961б. - 238 с.

Назаров А.Г. Геохимия высокогорных ландшафтов. - М.: Наука, 1974. - 198 с.

Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. - М.: Изд-во МГУ, 1979. - 160 с.

Нэф Э. О некоторых вопросах сравнительной экологии ландшафта. - Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1968, вып. 19, с. 44-53.

Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. - М.: Изд-во МГУ, 1981. - 272 с.

Орловский Н.В. Особенности водно-солевого режима почв Западной и Средней Сибири. - В кн.: Физика, химия, биология и минералогия почв СССР. М.: Наука, 1964, с. 68-92.

Орловский Н.В. Природно-хозяйственные условия южной земледельческой части Красноярского края. - В кн.: Агрохимическая характеристика почв СССР (Средняя Сибирь). М.: Наука, 1971, с. 5-25.

Пармузин Ю.П. Средняя Сибирь: Очерк природы. - М.: Мысль, 1964. - 312 с.

Пармузин Ю.П., Кириллов Н.В., Шербаков Ю.А. Некоторые итоги физико-географического районирования Средней Сибири и Красноярского края. - Вопр. геогр., 1961, сб. 55, с. 91-106.

Пармузин Ю.П., Кириллов М.В., Шербаков Ю.А. Физико-географическое районирование Красноярского края. - В кн.: Материалы по физико-географическому районированию СССР: Сибирь и Дальний Восток. М.: Изд-во МГУ, 1964, с. 5-70.

- Педро Ж. Экспериментальные исследования выветривания кристаллических пород. - М.: Мир, 1971. - 252 с.
- Первунина Р.И., Зырин Н.Г. Миграция соединений кадмия в модельном агробиоценозе. - В кн.: Миграция загрязняющих веществ в почвах и сопредельных средах. Л.: Гидрометеоздат, 1980, с. 182-191.
- Перельман А.И. Геохимические ландшафты: Карта геохимических ландшафтов СССР. М 1:20 000 000. - В кн.: Физико-географический атлас мира. М.: изд. ГУГК, 1964, с. 238.
- Перельман А.И. Геохимия ландшафта. - М.: Высш. шк., 1975. - 342 с.
- Петров Б.Ф. Почвы Алтайско-Саянской области. - Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева ВАСХНИЛ, 1952, т. 35. - 245 с.
- Полынов Б.Б. Избранные труды. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. - 752 с.
- Пономарева В.В., Плотникова Т.А. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов. - Почвоведение, 1968, № 11, с. 104-117.
- Почвенно-географическое районирование СССР. - М.: Наука, 1962. - 442 с.
- Почвы зоны КАТЭКа. - Красноярск: изд. ИЛИД им. В.Н. Сукачева СО АН СССР, 1981. - 173 с.
- Преображенский В.С., Александрова Т.Д. Основные положения внедрения геоэкологических представлений в практику проектирования. - В кн.: Охрана ландшафтов и проектирование. М.: изд. Ин-та геогр. АН СССР, 1982, с. 6-15.
- Применение лизиметрических методов в почвоведении, агрохимии и ландшафтоведении. - Л.: изд. Геогр. о-ва СССР, 1972. - 163 с.
- Природа и хозяйство района первоочередного формирования КАТЭКа. - Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1983. - 261 с.
- Природное районирование центральной части Красноярского края и некоторые вопросы пригородного хозяйства. - М.: Изд-во АН СССР, 1962. - 215 с.
- Природные и экономические факторы формирования КАТЭКа. - Иркутск, 1980. - 161 с.
- Природные условия Красноярского края. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. - 250 с.
- Природопользование: Географический аспект. - М.: Мысль, 1978. - 214. (Вопр. геогр., сб. 108).
- Программа составления почвенной карты СССР масштаба 1:2 500 000. - М.: изд. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева ВАСХНИЛ, 1972. - 158 с.
- Резолюция симпозиума "Топология геосистем-71". - Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1971, вып. 32, с. 64-67.
- Рихтер Г.Д. Физико-географическое районирование СССР: Карта. - В кн.: Физико-географический атлас мира. М.: изд. ГУГК, 1964, с. 248-249.
- Рихтер Г.Д., Преображенский В.С., Нефедьева Е.А. Комплексное природное районирование. - В кн.: Современные проблемы природного районирования. М., 1975, с. 17-48.
- Роде А.А. О "почве-памяти" и "почве-моменте" и двуединстве почвы. - Почвоведение, 1980, № 3, с. 127-131.
- Роде А.А. Система методов исследования в почвоведении. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1971. - 92 с.
- Русский чернозем. 100 лет после Докучаева. - М.: Наука, 1983. - 304 с.
- Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы. - М.: Мысль, 1972. - 223 с.
- Ряшин В.А., Михеев В.С. Физико-географическое районирование территорий нового освоения (на примере юга Восточной Сибири). - Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1969, вып. 21, с. 22-32.
- Сатклифф Дж. Ф. Поглощение минеральных солей растениями. - М.: Мир, 1964. - 222 с.
- Семенов Ю.М. Дифференциация вещества в степных топогеосистемах (на примере Харанорской степи): Автореф. канд. дис. - Иркутск, 1977а. - 20 с.
- Семенов Ю.М. Особенности вертикальной миграции вещества в почвах степных топогеосистем. - В кн.: Режимы ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах. Иркутск, 1977б, с. 25-33.
- Семенов Ю.М. Особенности составления основы ландшафтно-геохимической карты территории с усиливающимся влиянием техногенеза (на примере Назаровской котловины). - В кн.: Природные и экономические факторы формирования КАТЭКа. Иркутск, 1980, с. 17-26.
- Семенов Ю.М. Прогнозирование состояний геосистем на основе их ландшафтно-геохимической диагностики. - В кн.: Динамика вещества в геосистемах. Иркутск, 1983, с. 29-40.

- Семенов Ю.М. Ландшафтное картографирование для целей рационального природопользования. – География и природ. ресурсы, 1985, № 2, с. 22–27.
- Сергеев Г.М. Островные лесостепи и подтайга Приенисейской Сибири. – Иркутск, 1971. – 264 с.
- Скрынникова И.Н. Методы исследования химического состава жидкой фазы почв. – В кн.: Методы стационарного изучения почв. М.: Наука, 1977, с. 3–40.
- Снытко В.А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. – 149 с.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М. Микрогеохоры как отражение дифференциации веществ в геосистемах. – Докл. АН СССР, 1979, т. 244, № 2, с. 455–457.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М. Структура степных топогеосистем и дифференциации вещества в них. – География и природ. ресурсы, 1980, № 2, с. 39–50.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М. Опыт сопряженного картографирования геомеров и геохор. – Там же, 1981, № 4, с. 28–37.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М., Давыдова Н.Д. Ландшафтно-геохимическая оценка геосистем в целях рационального природопользования. – Изв. ВГО, 1980, № 2, с. 118–125.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимическое районирование как основа оптимизации природопользования (на примере КАТЭКа). – В кн.: Геохимия ландшафтов при поисках полезных ископаемых и охране окружающей среды. Ростов н/Д: Изд-во Рост. ун-та, 1982, с. 210–211.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтное картографирование в целях анализа и оценки техногенного воздействия на геосистемы (на примере КАТЭКа). – В кн.: Картографическое обеспечение региональных народнохозяйственных программ. Вып. 2. Иркутск, 1983, с. 51–53.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимическое районирование и прогноз изменения геосистем (на примере КАТЭКа). – География и природ. ресурсы, 1984, № 3, с. 18–28.
- Снытко В.А., Семенов Ю.М., Семенова Л.Н., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ состояний геосистем. – Там же, 1983, № 3, с. 23–28.
- Соколов И.А., Таргульян В.О. Взаимодействие почвы и среды: "почва-память" и "почва-момент". – В кн.: Изучение и освоение природной среды. М.: изд. Ин-та геогр. АН СССР, 1976, с. 150–164.
- Солнцев Н.А. О морфологии природного географического ландшафта. – Вопр. геогр., 1949, сб. 16, с. 61–86.
- Солнцев Н.А. Основные проблемы советского ландшафтоведения. – Изв. ВГО, 1962, № 1, с. 3–14.
- Солнцева Н.П. Принципы отбора геохимических показателей при составлении средне- и крупномасштабных ландшафтно-геохимических карт для целей поисков полезных ископаемых. – В кн.: Микроэлементы в ландшафтах Советского Союза. М.: Изд-во МГУ, 1969, с. 122–138.
- Солнцева Н.П. О принципах крупномасштабного картографирования территорий, измененных техногенезом. – Вестн. МГУ. Сер. 5, География, 1976, № 4, с. 77–88.
- Солнцева Н.П. О принципах и методах крупномасштабных исследований для прогноза влияния техногенеза на геохимическую структуру ландшафтов. – В кн.: Методология и методика почвенных и ландшафтно-геохимических исследований. М.: Изд-во МГУ, 1979, с. 160–176.
- Сорокина Е.П. Картографирование техногенных аномалий в целях геохимической оценки урбанизированных территорий. – Вопр. геогр., 1983, сб. 120, с. 55–66.
- Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии. – Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1963, вып. 3, с. 50–59.
- Сочава В.Б. Структурно-динамическое ландшафтоведение и географические проблемы будущего. – Там же, 1967, вып. 16, с. 18–31.
- Сочава В.Б. География и экология. – Л., изд. Геогр. о-ва СССР, 1970. – 22 с.
- Сочава В.Б. К теории классификации геосистем с наземной жизнью. – Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1972, вып. 34, с. 3–14.
- Сочава В.Б. Теоретические предпосылки картографирования среды обитания. – Там же, 1973, вып. 40, с. 3–15.
- Сочава В.Б. Геотопология как раздел учения о геосистемах. – В кн.: Топологические аспекты учения о геосистемах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974, с. 3–86.

- Сочава В.Б. Прогнозирование – важнейшее направление современной географии. – Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1974, вып. 43, с. 3–15.
- Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. – 319 с.
- Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1979. – 190 с.
- Сочава В.Б. Географические аспекты сибирской тайги. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. – 256 с.
- Сочава В.Б., Ряшин В.А., Белов А.В. Главнейшие природные рубежи в южной части Восточной Сибири. – Докл. Ин-та геогр. Сибири и ДВ, 1963, вып. 4, с. 19–24.
- Сочава В.Б., Тимофеев Д.А. Физико-географические области Азии. – Там же, 1968, вып. 19, с. 3–19.
- Тайсаев Т.Т. Геохимия таежно-мерзлотных ландшафтов и поиски рудных месторождений. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1981. – 137 с.
- Техногенные потоки вещества в ландшафтах и состоянии экосистем. – М.: Наука, 1981. – 256 с.
- Трофимов С.С. Экология почв и почвенные ресурсы Кемеровской области. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1975. – 300 с.
- Фадеева Н.В. Изучение природных комплексов на основе картографической модели. – М.: Наука, 1979. – 99 с.
- Физико-географическое районирование СССР. – М.: Изд-во МГУ, 1968. – 576 с.
- Цветкова Г.А. Система ландшафтно-геохимического картографирования для практики народного хозяйства. – В кн.: Проблемы геохимии в географии, геологии, почвоведении. М.: изд. МГПИ им. В.И. Ленина, 1983, с. 92–97.
- Шилова Е.И. Лизиметрический метод, его значение и условия применения для познания современных процессов почвообразования. – В кн.: Применение лизиметрических методов в почвоведении, агрохимии и ландшафтоведении. Л.: изд. Геогр. о-ва СССР, 1972, с. 1–21.
- Шилова Е.И., Зеленова А.Ф., Коровкина Л.В. Сравнительная характеристика состава растворов и лизиметрических вод вновь освоенной подзолистой почвы. – Почвоведение, 1963, № 4, с. 45–59.
- Haase G., Richter H. Current Trends in Landscape Research. – GeoJournal, 1983, v. 7, N 2, p. 107–119.
- Kakela P., Christopherson R. Life geosystems or new life to physical geography. – J. Geogr., 1972, v. 71, N 3, p. 140–146.
- Mazur E. Landscape Syntheses – Objectives and Tasks. – GeoJournal, 1983, v. 7, N 2, p. 101–106.
- Neef E. Topologische und chorologische Arbeitsweisen in der Landschaftsforschung. – Petermanns geogr. Mitt., 1963, Jg. 107, H. 4, S. 249–259.
- Neef E. Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. – Göttingen – Leipzig, 1967. – 152 S.
- Schmithüsen J. Allgemeine Geosynergetic. Grundlagen der Landschaftskunde. Berlin – New York, 1976. 349 S.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Глава 1	
Теоретические и методические подходы к ландшафтно- геохимической оценке состояний геосистем	5
Глава 2	
Пространственная организация геосистем территории КАТЭКа	9
Глава 3	
Статика и условия миграции вещества геосистем	29
Глава 4	
Динамика вещества геосистем спонтанного развития и их антропогенных производных модификаций	54
Глава 5	
Трансформация вещества геосистем в условиях техно- генного воздействия	77
Глава 6	
Ландшафтно-геохимическая оценка геосистем и тенденций их развития	88
Заключение	102
Литература	104

Валериан Афанасьевич Снытко

Юрий Михайлович Семенов

Алексей Викторович Мартынов

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ГЕОСИСТЕМ КАТЭКа

Утверждено к печати
Институтом географии СО АН СССР

Редактор издательства Е.В. Небесная
Художник Б.А. Васильев
Технический редактор Н.М. Остроумова
Корректоры Г.Л. Смоляк, В.В. Борисова

ИБ № 30011

Сдано в набор 18.09.86. Подписано к
печати 02.12.86. МН-01907.
Формат 70x100 1/16. Бумага офсетная.
Офсетная печать. Усл. печ. л. 9,1.
Усл. кр.-отт. 9,4. Уч.-изд. л. 9,1.
Тираж 750 экз. Заказ № 300.
Цена 1 р. 40 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство "Наука",
Сибирское отделение,
630099, Новосибирск, 99,
Советская, 18.

4-я типография издательства "Наука".
630077, Новосибирск, 77,
Станиславского, 25.

В СИБИРСКОМ ОТДЕЛЕНИИ

ИЗДАТЕЛЬСТВА "НАУКА"

готовится к печати книга

Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез
и трансформация ландшафтов. 14 л.

В монографии представлены результаты ландшафтно-геохимических и геоботанических исследований, проводимых в районах первоочередного освоения Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа) и выполненных в рамках научной программы "Экология КАТЭКа". Впервые выявлен щелочный тип техногенного воздействия на природную среду и определены закономерности трансформации основных компонентов ландшафтов в этих условиях. Рекомендован оптимальный вариант эксплуатации планируемых теплоэлектростанций КАТЭКа. Дан прогноз развития ландшафтов при разных кпд очистки выбросов ТЭС.

Книга адресована географам, специалистам по геохимии ландшафтов, почвоведом, геоботаникам, проектировщикам ТЭС.

Книга высылается наложенным платежом. Заказы направляйте по адресу: 630090, Новосибирск, 90, Морской проспект, 22. Магазин "Наука".

1 р. 40 к.

4813



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ