

УДК 910(075.8)
ББК 26.8в.я73
К49

Рекомендовано Ученым советом
географического факультета
26 января 2006 г., протокол № 5

Р е ц е н з е н т ы:

доктор географических наук, профессор *В. С. Аношко*;
доктор географических наук, профессор *В. Н. Киселев*

Клицунова, Н. К.

К49 Методы географических исследований : пособие для студентов
 спец. 1-31 02 01 «География (по направлениям)». В 2 ч. Ч. 1. Методы
 физико-географических исследований / Н. К. Клицунова. – Минск :
 БГУ, 2008. – 124 с. : ил.
 ISBN 978-985-485-924-8.

В пособии рассмотрена система методов, используемая для изучения пространственной структуры, функционирования и эволюции природных территориальных комплексов (ПТК). Основная часть теоретического и иллюстративного материала – итог исследований, выполненных в Беларуси.

Для студентов географического факультета БГУ.

УДК 910(075.8)
ББК 26.8в.я73

ISBN 978-985-485-924-8 (ч. 1)
ISBN 978-985-485-925-5

© Клицунова Н. К., 2008
© БГУ, 2008

ПРЕДИСЛОВИЕ

В современном вузовском образовании большое внимание уделяется методической подготовке будущих специалистов-географов. Одной из первых дисциплин методической направленности, с которой студенты знакомятся на начальном этапе обучения, является курс «Методы географических исследований».

Главная цель курса – сформировать у студентов необходимые знания о таких географических объектах, как природные территориальные и территориальные социально-экономические системы, а основная задача – изучение современных методов и приемов организации географических исследований физико-географического и экономико-географического направлений. Курс состоит из двух взаимосвязанных частей: первая – «Методы физико-географических исследований», вторая – «Методы экономико-географических исследований».

Современная физическая география объединяет комплексную физическую географию и группу отраслевых физико-географических дисциплин. Материал пособия посвящен комплексным физико-географическим исследованиям, главной целью которых является изучение природных территориальных комплексов (ПТК), сформировавшихся в результате взаимосвязи и взаимодействия различных компонентов природы на определенной территории. В связи с этим основное внимание уделяется методам и приемам общенаучных исследований ПТК. Методика проведения прикладных работ, зависящая от хозяйственной направленности использования ПТК, освещается менее детально, в виде отдельных примеров применения результатов общенаучных исследований для практических целей.

Вводный характер курса определяет его структуру и содержание. Сначала студенты знакомятся с фундаментальными научными понятиями, в том числе с определением объекта, предмета и метода исследования, системой методов, используемых для всестороннего изучения ПТК.

Основная часть пособия посвящена методам изучения пространственной структуры ПТК в подготовительный, полевой и камеральный периоды. Особое внимание уделено методике описания и картографирования ПТК, анализу содержания ландшафтных карт для научных и прикладных целей.

Изучение временной организации ПТК показано с позиций функционально-динамического и эволюционного направлений исследований; отмечена роль ландшафтно-геохимического и ландшафтно-геофизического подходов в изучении функционирования ПТК; раскрыты назначение, организация и содержание комплексных физико-географических стационарных исследований, а также использование полученных результатов для прогнозирования развития ПТК.

Методы комплексных физико-географических исследований даны применительно к ПТК, характерных для Беларуси. Методика изучения природных аквальных комплексов, предназначенная для исследования лишь 4 % территории республики, не рассматривается.

Пособие подготовлено на основе многолетнего опыта ландшафтных исследований, учебных и производственных практик, а также различных изданий, в которых рассматривается организация комплексных физико-географических работ.

Пособие предназначено для студентов географического факультета БГУ и может быть использовано ими при подготовке курсовых и дипломных работ, прохождении учебной и производственной практики, в научно-исследовательской работе.

ВВЕДЕНИЕ

На рубеже тысячелетий перед человечеством как никогда остро встала проблема взаимоотношений общества и природы. Значительное превышение допустимых антропогенных нагрузок на природу привело к возникновению конфликтных ситуаций и экологических проблем на глобальном и региональном уровнях.

В целях поддержания экологического равновесия на нашей планете выработана международная концепция устойчивого развития.

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г. (НСУР-2020) принята в 2004 г. Она основана на идейных принципах и методологических подходах, определенных конференцией ООН по окружающей среде и развитию («Повестка дня на XXI век», Рио-де-Жанейро, 1992), важнейших программных документах, принятых в Республике Беларусь, а также новых международных соглашениях.

В НСУР-2020 главное внимание уделено гармонизации социального, экономического и экологического развития как равноценных составляющих единого сбалансированного комплекса «человек – окружающая среда – экономика». В числе приоритетных направлений этим документом определены следующие: рациональное использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды для будущих поколений; мониторинг состояния окружающей среды и прогноз ее изменения под воздействием природных и антропогенных факторов.

Устойчивое развитие обозначенных направлений требует *комплексного географического подхода*. Жизнь и хозяйственная деятельность человека протекают в конкретных, объективно существующих природных территориальных комплексах (ПТК) и неразрывно связаны с использованием их ресурсов. Для организации рационального природопользования и охраны окружающей среды необходимы достоверные знания о свойствах разнообразных ПТК и особенностях их использования, осно-

ванные на *комплексных физико-географических исследованиях*. Такие исследования обеспечивают возможность изучения совокупного влияния природы на человека и ответных реакций природы на антропогенное вмешательство в ход природных процессов. Учет местных особенностей ПТК способствует более эффективному использованию природных ресурсов каждого региона, пониманию взаимоотношений природы и общества.

В комплексных физико-географических исследованиях различают общенаучные и прикладные направления работ, представляющие собой стадии единого процесса познания региона или проблемы.

Общенаучные исследования раскрывают свойства и особенности ПТК как целостных образований, изучают их структуру, функционирование и тенденции будущих изменений в ходе естественного развития.

Прикладные исследования предусматривают изучение внешних связей ПТК с обществом в рамках системы «природа – общество». При этом ПТК любой размерности рассматриваются уже как элементы более сложно организованной системы. Для изучения связей внутри ее с другими элементами (структурными подразделениями общества) необходимы знания свойств не только самих ПТК, но и требования человека к этим свойствам и способность ПТК их удовлетворять.

Растущие масштабы антропогенного воздействия на природу привели к формированию природно-антропогенных и антропогенных комплексов. Выявление устойчивости этих образований к хозяйственным нагрузкам, прогнозирование их дальнейшего развития и экологического состояния необходимы для раскрытия сложных и многообразных связей взаимодействия природы и общества, которые лежат в основе реализации стратегии устойчивого развития.

Овладение теоретическими и методологическими основами комплексных физико-географических исследований – главная задача будущих географов. Это воспитывает высокую географическую культуру и позволяет квалифицированно решать проблемы природопользования и охраны окружающей среды, внести свой вклад в реализацию национальной стратегии устойчивого развития.

Глава 1

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ КОМПЛЕКСЫ КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Содержание понятия ПТК

Основу любой науки составляет ее теория. *Теория* (от греч. thēōría – рассмотрение, исследование) – система основных идей в той или иной отрасли знания; форма научного знания, дающая целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности.

В современной географической науке прочно утвердилось понятие о том, что земная поверхность состоит из сложной мозаики природных территориальных единств, которые сформировались и обособились в процессе ее развития. Такие исторически сложившиеся участки называются *природными территориальными комплексами*.

Возникновение этого термина относится к концу XIX – началу XX в. и связано с именами таких выдающихся ученых, как В. В. Докучаев, Г. Н. Высоцкий, Г. Ф. Морозов, Л. С. Берг, Л. Г. Раменский, Б. Б. Полынов, А. А. Борзов и др. Дальнейшее развитие он получил в трудах Н. А. Солнцева, А. Г. Исаченко, В. Б. Сочава, Д. Л. Арманда, В. А. Николаева, К. Н. Дьяконова и др.

Родовое слово *комплекс* (от лат. complexus – связь, сочетание) означает совокупность предметов, явлений или свойств, образующих единое целое.

Элементами ПТК как сложного образования выступают, с одной стороны, природные компоненты, с другой – ПТК более низкого ранга. Они характеризуются наличием множества связей, образующих единую систему.

Компоненты природы сформированы веществами частных оболочек (литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы, педосферы), отражаю-

щих вертикальную неоднородность географической оболочки. К ним относятся рельеф с образующими его горными породами, почвы с корой выветривания, водные и воздушные массы, сообщества растений и животных (биоценозы).

Таким образом, ПТК – это определенный уровень организации вещества Земли. Отдельные компоненты комплекса не могут существовать вне его. Их невозможно даже физически разделить, настолько сложно они переплетаются и взаимопроникают.

Взаимная зависимость природных компонентов и реальность образуемых ими сложных материальных комплексов, или систем, проявляются в сопряженных изменениях компонентов от места к месту – в их взаимной пространственной приуроченности. Однако компоненты природы взаимосвязаны не только в пространстве, но и во времени, т. е. их развитие также происходит сопряженно.

Таким образом, ПТК – это не просто набор или сочетание природных компонентов, а такая их совокупность, которая обладает свойством целостности, системным устройством.

Поэтому, как считает А. Г. Исаченко, ПТК можно определить как «пространственно-временную систему, состоящую из природных географических компонентов, взаимообусловленных в своем размещении, функционирующих и развивающихся как единое целое» [5].

Однако природные территориальные комплексы отличаются внутренней неоднородностью, что выражается в наличии системы не только пространственно взаимосвязанных, но и соподчиненных ПТК. Эта их особенность дополняется следующим определением термина, содержащимся в Географическом энциклопедическом словаре.

ПТК – «закономерное сочетание географических компонентов или комплексов низшего ранга (участок земной коры с присущим ему рельефом, поверхностные и подземные воды, почвы, сообщества организмов, приземный слой атмосферы), образующих систему разных уровней от географической оболочки до фации» [1].

Горизонтальная неоднородность географической оболочки выражается в существовании природных территориальных и природных аквальных (Мировой океан, водные объекты суши) комплексов. Их обособление связано с территориальной дифференциацией энергии, обусловленной формой и происхождением нашей планеты: различным количеством лучистой энергии, поступающей из космического пространства, и внутренней энергии Земли, получаемой тем или иным участком географической оболочки. В результате сформировалось большое количество ПТК разной величины и различной степени сложности, представляющих со-

бой систему соподчиненных единиц в виде последовательного ряда таксонов.

Чем крупнее комплекс, чем выше его ранг, тем больше неоднородность внутри его, лучше выражены его индивидуальность, различия с соседними комплексами. Каждый более мелкий комплекс возникает и обособляется в процессе развития вмещающего его более крупного ПТК. В связи с этим чем мельче комплекс, чем он моложе, тем проще устроен и мобильнее.

Различают три разных уровня организации ПТК. К *глобальному (планетарному)* уровню, по В. А. Николаеву [7], относятся географическая оболочка, ландшафтные пояса, континенты, субконтиненты. *Региональный* уровень включает физико-географические страны, зональные области, провинции, районы, ландшафты. *Локальный (топологический)* уровень представлен местностями, урочищами, подурочищами и фациями.

В географической литературе можно нередко встретить отклонения от приведенной схемы. Чаще всего это касается единиц глобального уровня. Разночтения имеются и в пограничной части таксонов регионального и локального уровней. По мнению многих исследователей, в ряду соподчиненных ПТК *ландшафт* занимает особое, узловое, положение, в котором впервые реализуются как зональные, так и местные азональные качества. Он представляет нижний предел региональных комплексов и одновременно является наиболее крупным локальным комплексом.

ПТК глобального уровня изучаются *общим землеведением*, регионального и локального – *ландшафтоведением*, составляющими взаимосвязанные и соподчиненные разделы комплексной физической географии.

В комплексной физической географии наряду с термином ПТК используются и другие ключевые понятия, которые по-разному трактуются в работах ряда авторов. Иногда географы как синоним ПТК используют названия *геокомплекс*, *географический комплекс*, *геосистема*. По В. Б. Сочава [10], геосистема – это особый класс управляющих систем; 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. В дальнейшем во избежание разночтения в терминологии названия ПТК, геокомплекс, географический комплекс и геосистема будут употребляться как близкие по значению понятия.

Современные ПТК следует рассматривать не как чисто природные образования, а как территориальные системы, несущие на себе то или иное воздействие антропогенного фактора. При изучении ПТК, преобра-

зованных хозяйственной деятельностью, используются термины *антропогенный комплекс* (АК) и *природно-антропогенный комплекс* (ПАК). При этом если первый целенаправленно создан человеком и не имеет аналогов в природе, то структура и функционирование второго во многом предопределены природными предпосылками. Преобразованные человеком ПТК вместе с их антропогенными элементами называют *геотехническими системами* или *геотехсистемами*. Их подсистемами выступают, с одной стороны, природные геосистемы, с другой – технологические объекты и комплексы технологических процессов.

В зависимости от содержания работ объектами физико-географического исследования бывают ПТК любого ранга. Их изучение может идти по двум направлениям: от более простых к более сложным или от более крупных к более мелким. Наилучший эффект достигается в том случае, когда исследования ведутся от более низкого ранга ПТК к более высокому, которые выявляются в ходе полевых работ.

Ландшафт и его морфологические части

Чаще всего в полевых условиях изучаются наиболее мелкие ПТК, в которых непосредственно протекает хозяйственная деятельность человека. К ним относятся ландшафты и их морфологические части (единицы): фации, подурочища, урочища, местности. При этом фации и урочища считаются *основными*, всегда представленными частями ландшафта, подурочища и местности – *промежуточными*, не всегда различающимися. Самый простой, элементарный ПТК – фация.

Фация – это ПТК, на всем протяжении которого сохраняется одинаковая литология поверхностных пород, одинаковый характер рельефа и увлажнения, один микроклимат, одна почвенная разность и один биоценоз. Обычно фация занимает элемент микроформы рельефа (или же ее целиком) либо часть элемента формы мезорельефа (реже – весь элемент). В качестве примера названий фаций можно привести следующие: старичное понижение с хвощевой растительностью на торфяно-глеевых почвах; верхнюю часть склона камового холма с сосняком лишайниковым на дерново-слабоподзоленных связнопесчаных почвах.

Подурочище – это группа фаций, тесно связанных генетически и динамически вследствие их общего положения на одном из элементов форм мезорельефа одной экспозиции. Так, фации южного склона ложбины стока или северного склона моренного холма могут выступать как подурочища. Здесь сохраняется общность местоположений, однородность литологического состава антропогенных отложений, сходные черты почвенно-растительного покрова. Пример развернутого названия подурочи-

ща: пологий склон моренного холма северной экспозиции с ельником зеленомошным и черничным на дерново-среднеподзоленных легко- и среднесуглинистых почвах.

Урочище – ПТК, состоящий из генетически связанных между собой фаций и занимающий обычно целиком всю форму мезорельефа. Урочища, как правило, связаны с выпуклыми или вогнутыми формами мезорельефа, а также выровненными плакорными участками (плоские и слабоволнистые дренированные равнинные междуречья), что позволяет легко их распознать на территории исследования. Кроме того, они характеризуются относительно однородными условиями почвенно-растительного покрова. Примерами названий ПТК этого ранга для территории Беларуси могут служить урочища: моренный холм с дубово-еловыми зеленомошно-кисличными лесами на дерново-слабо- и среднеподзоленных суглинистых почвах; ложбина стока со злаково-мелкоосоковыми лугами на дерново-глееватых и глеевых суглинистых почвах и др.

Различают урочища простые и сложные. Простые состоят из одних только фаций, а сложные – из фаций и подурочищ. Урочища, часто повторяющиеся в ландшафте, называются *основными*. Среди них различают *доминантные (фоновые)*, занимающие большие площади, и *субдоминантные*, встречающиеся часто, но не преобладающие по площади. Те урочища, которые встречаются в ландшафте не часто и не занимают большой площади, называются *дополняющими* или *второстепенными*. Среди них выделяются *редкие* (несколько урочищ) и *уникальные* (одно урочище).

Местность – наиболее сложно устроенная морфологическая часть ландшафта, характеризующаяся особым вариантом сочетания урочищ. В одном и том же ландшафте одна местность обычно немного отличается от другой геолого-геоморфологическим строением и, следовательно, набором урочищ. Зачастую фоновые урочища остаются теми же, а изменяются субдоминантные или дополняющие урочища. Так, в холмисто-моренно-озерном ландшафте в качестве местностей могут различаться холмисто-моренно-камовая, холмисто-моренно-озовая, холмисто-моренно-котловинная и др. Пример названия местности: холмисто-моренно-котловинная с ельниками зеленомошно-черничными на дерново-подзолистых суглинистых почвах и низинными осоковыми болотами на торфяно-болотных почвах.

Характерные сочетания закономерно повторяющихся урочищ образуют ландшафт. В современной географической литературе известны различные определения этого термина. Между ними нет принципиальных расхождений, однако каждое из них обращает внимание на определенные признаки этого ПТК.

По Н. А. Солнцеву, *ландшафт* – «генетически однородный ПТК, имеющий одинаковый геологический фундамент, один тип рельефа, одинаковый климат и состоящий из свойственного только данному ландшафту набора динамически сопряженных и закономерно повторяющихся урочищ» [9].

Это определение ландшафта «снизу», подчеркивающее наличие в его пределах закономерно построенной системы локальных ПТК. Однако всякий ландшафт одновременно является частью более сложных региональных ПТК, и его следует рассматривать как результат развития и дифференциации географической оболочки и ее высших структурных подразделений. На этом основании А. Г. Исаченко дает определение ландшафта «сверху», считая, что оно уточняет первое.

Ландшафт – «генетически единая геосистема, однородная по зональным и азональным признакам и заключающая в себе специфический набор сопряженных локальных геосистем» [5].

Основным диагностическим признаком ландшафта является его *морфологическая структура*, которая придает этому ПТК характерный внешний облик (физиономические черты), отличающий один ландшафт от другого. В связи с этим изучение ландшафта в поле начинается с выявления его морфологических частей. В отличие от фаций и урочищ, границы которых хорошо определяются визуально, ландшафты оконтуриваются по своеобразному сочетанию урочищ.

Существуют три трактовки термина *ландшафт*. В соответствии с *региональной трактовкой* ландшафт понимается как конкретный индивидуальный ПТК, неповторимый комплекс, имеющий собственное географическое название и точное положение на карте. Сторонниками такой трактовки являются А. А. Григорьев, С. В. Калесник, Н. А. Солнцев, А. Г. Исаченко, В. А. Николаев, И. И. Мамай и др. Примеры названий ландшафтов в этой трактовке: Келецкий бугристо-выровненных зандровых равнин, Федякинский ложбинно-западинно-выровненных равнин, Клепиковский зандрово-озерной равнины и др., выделенные географами МГУ в пределах Рязанской Мещеры.

По *типологической трактовке* (Л. С. Берг, Н. А. Гвоздецкий, В. А. Деметьев, Г. И. Марцинкевич), ландшафт – это тип или вид ПТК; однородные или однотипные геокомплексы, разобщенные в пространстве. Типологический подход наиболее конструктивен при картографировании ПТК на значительной по площади территории. В частности, он был применен при изучении ландшафтов Беларуси. Примеры названий ландшафтов в типологической трактовке: холмисто-моренно-эрозионный дренированный с широколиственно-еловыми лесами на дерново-подзолистых

реже дерново-палево-подзолистых почвах; лессовый дренированный с широколиственно-еловыми и вторичными мелколиственными лесами на дерново-палево-подзолистых почвах; пойменный разной степени дренированности с лугами на дерновых заболоченных почвах и болотами и др.

Общая трактовка (Д. Л. Арманд, Ф. Н. Мильков) – термином *ландшафт* можно назвать ПТК любой сложности и размерности, т. е. любого ранга. В соответствии с общим понятием говорят о ландшафте Полесья, Мозырском ландшафте, болотном ландшафте и др.

Наряду с природными в комплексных физико-географических исследованиях изучают *природно-антропогенные ландшафты* (ПАЛ). Они представляют собой модификацию природных ландшафтов, сформировавшихся под влиянием деятельности человека: сельскохозяйственной, лесохозяйственной, рекреационной и др. На территории Беларуси различаются, например, такие ПАЛ, как пахотный лессовый и холмисто-моренно-озерный, рекреационный аллювиально-террасированный и др.

Пространственно-временная организация ПТК как предмет исследования

В любой научной разработке наряду с объектом исследования присутствует предмет исследования. Под *предметом исследования* подразумеваются те особенные свойства объекта, изучение которых представляет интерес для исследователя.

Предметом комплексных физико-географических исследований является *пространственно-временная организация* (упорядоченность) ПТК. По мнению К. Н. Дьяконова, под *пространственно-временной организацией* (ПВО) геосистем «следует понимать их устойчивую упорядоченность, структурированность во времени и пространстве, проявляющуюся в форме разнокачественных индивидуальных геокомплексов разного таксономического ранга и в закономерном чередовании их суточных, сезонных, годовых, внутри-вековых состояний» [2].

Важнейшим свойством ПТК является его *структура*, которую обычно определяют как *взаимное расположение составных частей и способов их соединения*.

Понятие структуры ПТК имеет несколько аспектов. *Пространственный* аспект структуры ПТК состоит в упорядоченности взаимного расположения ее *структурных частей*. К ним относятся, с одной стороны, природные компоненты, с другой – подчиненные комплексы низшего ранга. Таким образом, в ПТК, как и во всей географической оболочке, следует различать вертикальную (радиальную) и горизонтальную (латеральную) структуры.

Вертикальная структура выражается в ярусном расположении природных компонентов. *Горизонтальная* структура – это упорядоченное расположение ПТК низших рангов в пространстве.

Однако понятие структуры предполагает не просто взаимное расположение составных частей, а способы их соединения – *связи*. Каждая составная часть ПТК выполняет в нем особую функциональную роль и связана с другими частями многообразными потоками вещества, энергии и информации. В этом состоит особенность *функционального аспекта* структуры ПТК.

К *внутренним связям* ПТК относятся связи между его структурными частями, т. е. между компонентами природы и входящими в его состав более мелкими геокомплексами. Они определяют целостность и индивидуальность ПТК.

Внешние связи – это связи между соседними одноранговыми ПТК, между изучаемым геокомплексом и вмещающими его ПТК более высокого ранга и т. д. Они обеспечивают связи изучаемого геокомплекса с окружающей средой.

Таким образом, каждый ПТК любой размерности – открытая система. Она получает вещество, энергию и информацию извне и передает ее другим комплексам. Различают связи *прямые* и *обратные* (как бы ответные). Обратные связи, в свою очередь, подразделяются на *положительные* и *отрицательные*. При положительных обратных связях эффект внешнего воздействия усиливается системой и может привести к быстрому разрушению ПТК. Отрицательные обратные связи ослабляют эффект внешнего воздействия. Они свидетельствуют о более высокой устойчивости ПТК, т. е. способности оставаться самим собой и противостоять воздействиям извне.

Структура ПТК имеет и *временной* аспект. Составные части ее упорядочены не только в пространстве, но и во времени. В связи с этим в понятие структуры ПТК также включается закономерный набор его состояний, ритмически сменяющихся в пределах характерного интервала времени. Этим минимальным промежутком времени является один год.

Все пространственные и временные аспекты структуры ПТК составляют его инвариант. *Инвариант* – это совокупность устойчивых своеобразных черт системы, придающих ей качественную определенность и специфичность, позволяющих отличить данный ПТК от остальных. Только на основании инвариантных свойств возможно построение классификаций ПТК. Выявление инвариантных особенностей ПТК весьма существенно при решении природоохранных и других задач. Лишь зная инвариант, можно оценить степень и глубину изменения ПТК, меру опасности его разрушения.

Изменения ПТК, которые имеют обратимый характер и не приводят к перестройке его структуры, называют *динамикой*. Сюда относятся в основном циклические изменения, происходящие в рамках одного инварианта (суточные, сезонные), а также восстановительные смены состояний, возникающих после нарушения ПТК внешними факторами, в том числе и антропогенным. От динамики следует отличать эволюционные изменения ПТК, т. е. развитие. *Развитие* – направленное (необратимое) изменение, приводящее к коренной перестройке структуры ПТК, т. е. к появлению нового инварианта. Прогрессивное развитие присуще всем ПТК. Перестройка локальных ПТК может происходить на глазах человека. Время трансформации ПТК регионального и глобального уровней измеряется геологическими масштабами.

Одновременно охватить изучением все аспекты структуры ПТК практически невозможно. Поэтому в процессе комплексных физико-географических исследований необходимо обозначить тот или иной аспект структуры, изучению которого будет уделено основное внимание. В то же время все аспекты структуры в ПТК тесно переплетены между собой, взаимосвязаны и взаимообусловлены. Они образуют единую интегральную структуру, создающую качественную определенность и пространственную ограниченность ПТК, его внутреннюю упорядоченность и своеобразие. Эту сложную интегральную структуру ПТК, включающую все многообразие его связей, называют *ландшафтной структурой* [3].

1.2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Понятие метода исследования

Методология в самом общем своем значении – это наука о методах исследования. Ее обычно определяют как совокупность исследовательских методов или способов получения знания.

Метод (от греч. *méthodos* – путь исследования, теория, учение), способ достижения какой-либо цели, решения конкретной задачи; совокупность приемов или операций практического или теоретического освоения познания, действительности.

Методы исследования составляют неотъемлемую часть научного познания, которое включает два уровня: *эмпирический* (основанный на опыте) и *теоретический*.

Процедура опыта является обязательным элементом любого исследования. Под *эмпирическими методами* исследований подразумевают конкретные способы или приемы опытного изучения объекта, начиная от получения первичной информации и включая ее обработку и установление эмпирических зависимостей (рис. 1).

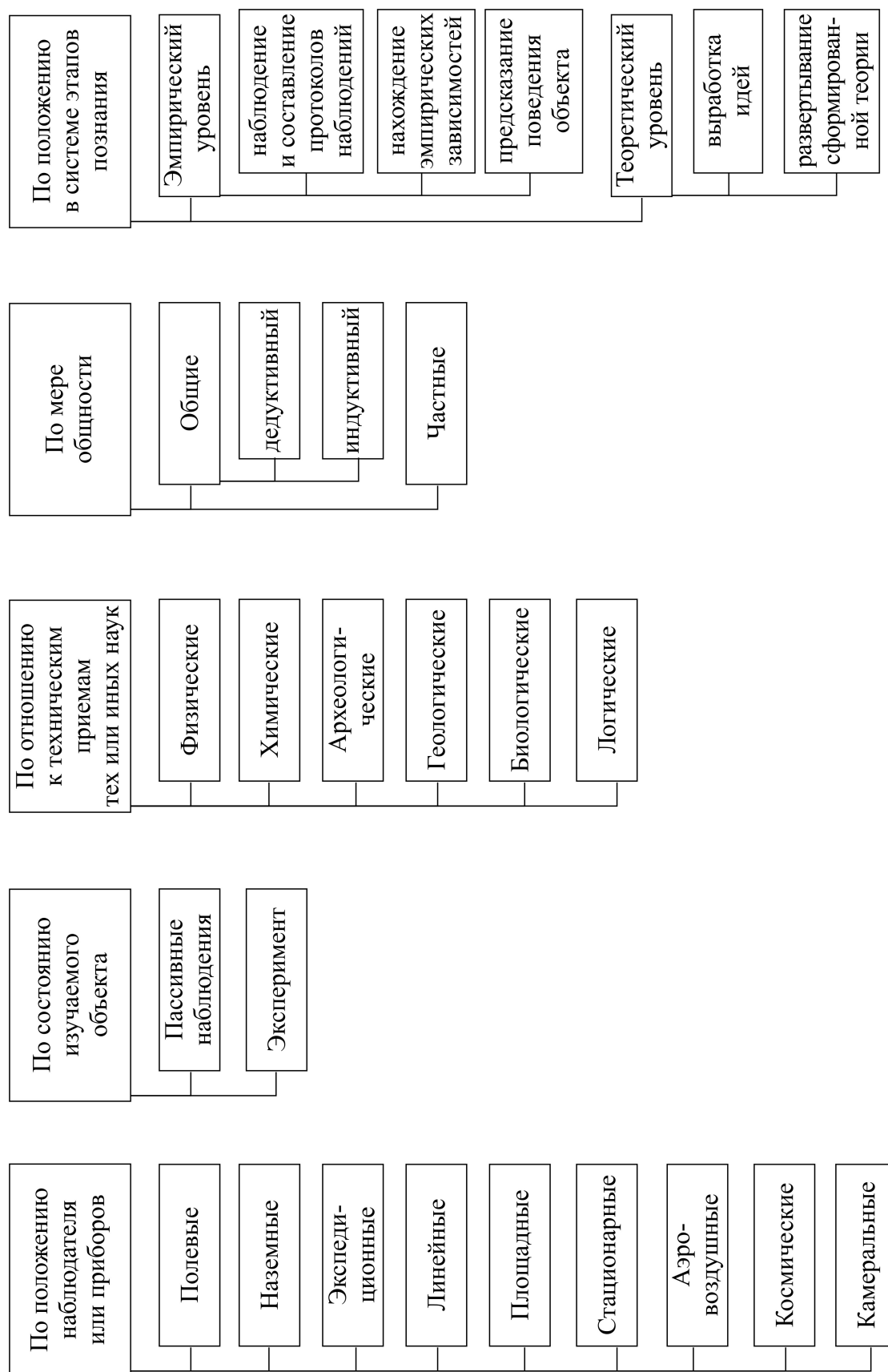


Рис. 1. Классификация групп методов (по В. С. Преображенскому, 1971)

Исходным этапом эмпирического уровня является сбор информации. В настоящее время существует сложившаяся система наблюдений, в которую входят: а) непосредственные наблюдения; б) опосредствованные наблюдения с помощью дистанционных (прежде всего, аэрокосмических) систем.

Набор современных средств эмпирического исследования в комплексной физической географии необычайно широк. Ей приходится пользоваться как собственными методами непосредственного наблюдения и эксперимента в натуре, так и всевозможными методами, заимствованными из смежных наук, в том числе аналитическими, статистическими и др. Совокупность исследовательских способов и приемов этого уровня составляет *методику научного исследования*.

Обобщение эмпирических знаний вплоть до формирования законов и теорий совершается на теоретическом уровне. Оно включает следующие действия:

- абстрагирование, необходимое для того, чтобы в множестве конкретных наблюдений и фактов обнаружить нечто общее, типичное;
- анализ, который состоит, как правило, в исследовании этого результата абстрагирования;
- синтез – объединение в целостную систему множества данных и частных абстракций.

Абстрагирование, анализ и синтез относятся к *теоретическим методам*. Они формируют *методологию науки* (методологические принципы или подходы). В них часто научное начало неразделимо с философским. Философский подход не всегда присутствует в явной форме в методологии конкретной науки и, как правило, опосредуется и конкретизируется в ней. Так, всеобщий диалектический принцип историзма преломляется в физической географии в форме палеогеографического подхода. Универсальный философский диалектический метод определяет мировоззренческую оценку полученных результатов и т. д.

Таким образом, как отмечает А. Г. Исаченко, «*методология научного познания* – это не просто набор исследовательских методов, а мировоззренческая позиция ученого или коллектива, подход к объекту исследования, система принципов и методов, направленных на создание научной теории, логического аппарата научной деятельности» [5].

Методика – понятие и устойчивое, и развивающееся. На разных этапах истории науки развитие методики имеет свои особенности. Это объясняется, с одной стороны, углублением знания об изучаемом объекте, с другой – изменением целей и задач исследования.

В период зарождения и становления учения о ПТК базой формирования методики служили методы сбора и обработки фактического мате-

риала, традиционно использовавшиеся смежными науками: геологией, биологией, почвоведением. Одним из ведущих методов анализа материала и представления результатов был картографический. В дальнейшем в связи с углубленным изучением структуры ПТК существенное место в методике заняли физические (геофизические) и химические (геохимические) методы. Обогащались приемы систематизации фактических данных в виде классификации, а также районирования.

На современном этапе изучения ПТК освоение новых приемов и методов постоянно продолжается. Это связано в первую очередь с прогнозированием естественных и антропогенных тенденций динамики и развития ПТК, необходимых для проектирования их социально-экономических функций. Кроме того, на совершенствование методики влияет развитие таких общенаучных процессов, как теоретизация, математизация, компьютеризация науки, использование системного подхода, моделирования и др.

Содержание методики определяют представления о наборе отдельных приемов и методов исследования, их перечень, наконец, характер взаимоотношений между ними.

Классификация методов исследований

Понятие *метод научного исследования* отличается широким содержанием. Оно охватывает и мировоззренческие принципы познания (например, диалектический метод), и научные подходы (например, системный), и конкретные способы, технические приемы исследования (полевые, аналитические, статистические и др.). Многообразие методов в комплексных физико-географических исследованиях вызывает необходимость их классификации по разным признакам.

По мнению А. Г. Исаченко [5], за основу классификации методов следует принимать их деление на главные иерархические уровни. К высшему уровню относятся *мировоззренческие методы познания*, разрабатываемые философией, например диалектико-материалистический, метафизический, позитивистский и др. От философских методов необходимо отличать *собственно научные*, которые, в свою очередь, разделяются на *общенаучные* и *специализированные*. К общенаучным относятся методы, часто называемые подходами, нашедшими широкое, нередко подлинное универсальное применение в различных науках, такие как системный, генетический, экологический и др. Специализированные научные методы имеют преимущественное применение в отдельных системах наук или отраслях. Между этими группами методов не существует резкой грани.

Ф. Н. Мильков с учетом *степени универсальности* разнообразие методов исследования сводит к трем категориям [6].

Важнейшим из **общенаучных методов** является *материалистическая диалектика*. Ее законы и основные положения: о всеобщей связи явлений, движении как важнейшем свойстве материи, единстве и борьбе противоположностей, переходе количественных изменений в качественные, об отрицании отрицания – составляют методологическую основу физической географии.

С материалистической диалектикой связан другой общенаучный метод – *исторический*. Он вытекает из материалистического признания всеобщей связи и развития явлений. В физической географии он нашел выражение в специфическом *палеогеографическом* методе.

Общенаучное значение имеет *системный подход* к изучаемому объекту, представляющий дальнейшее развитие *диалектического* метода. Сущность его в комплексной физической географии сводится к тому, что каждый ПТК рассматривается как сложное образование, состоящее из различных блоков (структурных частей, элементов), взаимодействующих между собой. Системный подход ориентирует исследователя на раскрытие целостности ПТК, познание механизмов внутренних связей между его составными частями.

Междисциплинарные методы – общие для группы наук, однако в каждой конкретной науке приобретающие характерные черты.

Математические методы связаны с применением математических знаний для решения научных задач географии. В комплексные физико-географические исследования математические методы внедряются не так быстро из-за сложности объекта изучения и недостаточности собранного по единой программе материала. Наряду с методами математической статистики и теории вероятности применяются также математический анализ, теория множеств, теория графов, матричная алгебра и др.

Геохимический метод – исследование взаимосвязей, протекающих в природе, посредством изучения миграции химических элементов в ПТК. Пространственная сопряженность в геохимическом методе сочетается с вертикальной межкомпонентной (анализ химического состава грунтовых вод, почв, растительности, приземного воздуха и др.). Это способствует изучению процессов формирования естественных и техногенных аномалий химических элементов в ПТК, выявлению тенденций изменения ПТК.

Геофизический метод – совокупность приемов, при помощи которых изучаются физические свойства ПТК: процессы обмена веществом, энергией и информацией ПТК с окружающей средой и внутри себя (метаболизм).

Метод моделирования – исследование структуры ПТК, связей, процессов внутри их и между ними, а также с другими явлениями реальности с помощью моделей. По форме отображения выделяются вербальные (словесные), матричные, графические (блоковые, картографические, блок-диаграммы, профили и т. д.) и математические модели. Построение модели, включающей множество элементов, позволяет объединить, с одной стороны, разложение сложного объекта на элементы, с другой – объединить их и систематизировать. Это делает модели незаменимым методом исследования таких сложно организованных систем, как ПТК. Особенно важным для изучения ПТК является *картографирование* – совокупность процессов создания картографической модели объекта или явления в форме одной или нескольких карт. Картографические модели ПТК (ландшафтные карты) могут отражать их возраст, доисторическое состояние, современную пространственную организацию, устойчивость, технологическую оценку (потенциал), изменения под воздействием антропогенной деятельности, прогноз состояния и др.

Метод районирования – разделение территории на однородные регионы с учетом одной или нескольких характеристик. Он рассматривается как один из главных методов географического анализа и синтеза. По полноте отображения свойств природы различают: интегральное районирование систем взаимодействия общества и природы, комплексное физико-географическое и ландшафтное, отраслевое (геологическое, геоморфологическое, климатическое, гидрологическое, почвенное, геоботаническое и др.). По отношению к практическим задачам используют общенаучное и прикладное (социально-функционально-направленное) районирование. С учетом степени систематизации материала выделяют районирование индивидуальное (каждый выдел считается неповторимым, имеет собственное географическое название) и типологическое (выделы группируются на карте, систематизируются по определенным свойствам).

Географический прогноз – научная разработка представлений о геокомплексах будущего, об их коренных свойствах и разнообразии переменных состояний, в том числе обусловленных преднамеренными и непреднамеренными результатами деятельности человека. В комплексных физико-географических исследованиях чаще всего разрабатывается ландшафтный прогноз. Его цель – предсказание и оценка возможных изменений в ландшафте, разработка рекомендаций для более точного выполнения им заданных функций, предложений по оптимальному устройству.

Геоэкологический метод – изучение природных территориальных и природно-антропогенных комплексов с гуманитарно-экологической точ-

ки зрения. Соподчиненность геосистем позволяет установить определенную соразмерность между масштабом экологических проблем и рангом единиц исследования. Глобальные экологические проблемы анализируются на уровне географической оболочки, региональные – ландшафтных областей, провинций, районов, локальные – ландшафтов и урочищ.

Специфические методы используются какой-либо конкретной наукой. Нередко их называют частными, конкретными, специализированными. К числу наиболее используемых в комплексных физико-географических исследованиях относятся следующие.

Ландшафтный метод подразумевает изучение распространения, структуры, функционирования, динамики, генезиса, тенденций развития ПТК как для получения новых знаний, так и для решения задач, связанных с их использованием и охраной. Это основной метод комплексных физико-географических исследований.

Ландшафтные исследования включают полевые (экспедиционные и стационарные) и дистанционные исследования, а также моделирование. Основа метода – ландшафтная съемка, состоящая в выявлении, описании и картографировании ПТК локального уровня. При решении ряда практических задач оценивается возможность выполнения ландшафтом социально-экономических функций, дается прогноз состояния и поведения ландшафта в ходе выполнения этих функций; осуществляется ландшафтное планирование и выработка мероприятий по охране ландшафтов.

Литературно-картографический метод изучает ПТК на основе анализа литературных и картографических источников. Используется на начальной стадии исследования, в подготовительный период.

Сравнительно-описательный метод – один из наиболее старых, но сохранивших важное значение. Суть сравнения состоит в сопоставлении и выявлении сходства и различий свойств, состояний, процессов двух или более геокомплексов как рядом расположенных, существующих в одно и то же время, так и отдаленных в пространстве и во времени, находящихся под влиянием одних и тех же или различных факторов. Применяется при организации и проведении полевых работ, картографировании ПТК, разработке легенд ландшафтных карт и районирования, оценке и прогнозе и др.

Экспедиционный метод (от лат. *expeditio* – поход) – одна из организационных форм полевых исследований; связан с маршрутными передвижениями в целях изучения пространственной неоднородности ПТК на изучаемой территории.

Стационарный метод изучает состояния и изменения свойств ПТК и их компонентов на основе наблюдений в одном месте – стационаре (от

лат. *stationarius* – неподвижный) в течение сравнительно длительного отрезка времени (годы). Наблюдения ведутся круглосуточно по жесткой программе с помощью физических, химических и биологических методов, позволяющих получить количественные характеристики протекающих в ПТК процессов. Для регулярного наблюдения за состоянием ПТК организуется *мониторинг*. Основой его служат географические стационары, специальные зональные или региональные полигоны и тестовые (ключевые) участки.

Полустационарный метод используется для краткосрочных наблюдений, которые проводятся не круглый год, а лишь в период определенных состояний ПТК. Программа работ при этом строится так, чтобы охватить все типичные для данного ПТК состояния, свойственные ему на протяжении года.

Дистанционные методы (от лат. *distantia* – расстояние, промежуток) исследуют ПТК и воздействующие на них факторы с помощью средств, находящихся на расстоянии от объекта или наблюдателя (например, наблюдение на стационарах с помощью различных датчиков). Используются в нескольких вариантах, чаще всего как *аэрокосмические методы*, с помощью которых изучают свойства ПТК и их изменения с применением вертолетов, самолетов, пилотируемых космических кораблей, орбитальных станций и специальных космических аппаратов, оснащенных разнообразной съемочной аппаратурой. В зависимости от высоты нахождения летательного аппарата различают аэрометоды (наблюдение и съемка проводится с самолета) и космические (съемка ведется из космоса).

Выделяют четыре типа методов исследований: визуальные, фотографические, электронные, геофизические. Их применение ускоряет картографирование ПТК и различных проявлений взаимодействия природы и общества, способствует повышению качества ландшафтных карт.

Палеогеографический метод используют для изучения истории развития ПТК за период их существования, предшествующий современному. История развития и настоящий облик геосистем – продукт не только нынешних, но и прошлых условий, которые прослеживаются в виде таких палеогеографических документов, как горные породы, остатки и отпечатки ископаемых организмов, реликтовые формы рельефа, погребенные почвы, реликтовые виды растений и другие явления, которые изучаются специальными методами.

Метод геоинформационных систем (ГИС-технологий) – автоматизированная система переработки пространственно-временных и других данных о ПТК. Основан на цифровом моделировании изучаемой терри-

тории, объединяющем процессы сбора первичной информации, ее моделировании и обновлении, обработке и формировании документов. Это набор программных инструментов, используемых для ввода, хранения, манипулирования, анализа и отображения всей имеющейся информации о ПТК. Посредством ГИС создаются *компьютерные базы данных*. Выдача информации может осуществляться в цифровой, текстовой, картографической и графической формах. Отдельные банки данных соединяются компьютерными сетями. Наиболее мощная и разветвленная глобальная компьютерная сеть – Интернет (универсальное средство передачи информации, в том числе научной).

В. К. Жучковой и Э. М. Раковской [3] предложена более детальная по признаку *универсализации* классификация методов комплексных физико-географических исследований. Различаются такие группы методов:

- *общие*, конкретизирующие диалектический метод (сравнительно-географический и историко-географический);
- *особенные*, используемые во всех географических науках (картографический, математический, моделирование, прогнозирование, районирование и др.);
- *частные*, применяемые во всех физико-географических науках (геохимический, геофизический, аэрокосмический методы и др.);
- *специфические*, формирующиеся в процессе решения определенных научных задач (ландшафтного районирования, комплексной ординации и др.);
- *конкретные*, являющиеся составными частями специфического метода, простыми методами и приемами решения частных задач (методы отбора образцов, фиксации материалов наблюдений и их обработки и др.).

Классифицировать методы можно также с учетом давности их использования в комплексных физико-географических исследованиях. По признаку *научной новизны* В. К. Жучкова и Э. М. Раковская [4] предлагают различать:

- *традиционные методы*, применяющиеся давно. Однако с развитием географической науки и техники, повышением запросов практики эти методы непрерывно развивались и совершенствовались. К числу их можно отнести сравнительно-описательный, литературно-картографический, палеогеографический, экспедиционный, районирование и др.;
- *новые, или современные, точные методы*, использующиеся с 1930–1950-х гг. Это ландшафтный, геофизический, геохимический, стационарный, математический методы, аэрофотосъемка и др.;
- *новейшие, или перспективные*, взятые на вооружение комплексной физической географией с 1960–1980-х гг.: космический, моделирование, прогнозирование, комплексной ординации, ГИС-технологий и др.

Организационно-методическая схема исследования

В число оснований науки входит также представление о процессе исследования, т. е. о путях приобретения знаний. К настоящему времени сложилась общая схема организации исследовательских работ, объединяющая объект и предмет исследования, а также самого исследователя. Наглядно эта схема, по В. С. Преображенскому [8], выглядит следующим образом:

- имеется объект исследования и некоторые знания о нем;
- с помощью научного поиска необходимо получить новые, относящиеся к предмету исследования, знания. Выбираются средства исследования (модели, понятийный аппарат, подходы, методы), разрабатывается программа;
- проводятся натурные наблюдения, эксперименты или сбор материалов предыдущих наблюдений;
- синтезируются материалы наблюдений и ранее полученные знания;
- проверяется достоверность полученных знаний;
- обобщенные знания внедряются в производство или используются как источник новой научной информации.

Конкретизация этой схемы – полнота набора этапов, степень детализации и характер выполняемых работ – зависит, прежде всего, от объекта исследования и поставленных задач. В целом приведенная схема исследования может быть принята за основу концепции изучения ПТК.

Разные уровни организации ПТК отличаются спецификой исследования. Изучение ПТК локального уровня ведется *индуктивным методом* (от частного к общему). Оно всегда основывается на *первичной* информации, собираемой в процессе полевых работ. *Вторичная* информация в виде анализа литературных и картографических материалов имеет подчиненное значение.

Глобальный уровень исследования базируется на методе *дедукции* (от общего к частному) и использует вторичную информацию о географической оболочке в целом и об отдельных ее компонентных оболочках – эта работа проводится в камеральных условиях.

Изучение ПТК регионального уровня строится на сочетании дедуктивного и индуктивного методов, поскольку каждый геокомплекс в нем является структурной единицей регионов высших рангов и интеграцией ПТК более низких рангов. Исследования проводят преимущественно в

камеральных условиях на основе анализа вторичной информации. Основной метод выявления ПТК – метод ландшафтного районирования. Степень разнообразия и характер внутренней структуры каждого региона наилучшим образом раскрываются через составляющие его ландшафты и их типологические объединения на основе анализа ландшафтной карты. Полевые работы сводятся в основном к проверке правильности выделения контуров ПТК регионального уровня и уточнения их границ.

Конкретизация организационно-методической схемы изучения ПТК зависит также от содержания комплексных физико-географических исследований, внутри которых различают общенаучные и прикладные направления работ.

Общенаучные (фундаментальные) исследования рассматривают ПТК в их естественном состоянии, выявляют особенности их структуры. Они проводятся по единой программе и методике.

Прикладные исследования направлены на решение определенных практических задач. Они опираются на результаты общенаучных исследований. Главная их задача – выявить пригодность ПТК для использования в различных направлениях хозяйственной деятельности: сельскохозяйственной, рекреационной, градостроительной, природоохранной и др. Программа и методы таких работ в каждом конкретном направлении имеют свою специфику.

Многообразие задач комплексных физико-географических исследований может быть выражено четырьмя основными классами в зависимости от того, какой аспект структуры ПТК ими изучается (табл. 1). Первые три класса задач изучают пространственно-временную организацию ПТК и относятся к общенаучным исследованиям. Они раскрывают свойства и особенности ПТК, их происхождение, специфику функционирования и динамики, тенденции изменения в будущем. Задачи каждого из этих классов могут быть решены лишь на основе использования определенных методов и результатов предыдущих исследований. Их целесообразно рассматривать как последовательные организационно-методические ступени все более глубокого изучения структуры ПТК.

Исследования для прикладных целей основаны на изучении внешних связей ПТК с обществом. При этом учитываются не только выявленные свойства самих геокомплексов, но и требования общества к этим свойствам, и способность ПТК их удовлетворять. Прикладные исследования

Таблица 1

**Соотношение целей, задач и методов исследования
(по В. К. Жучковой, Э. М. Раковской, 1982)**

Классы решаемых задач	Аспекты изучения ландшафтной структуры	Цель	Метод сбора фактического материала	Метод решения задачи
Изучение свойств и пространственного размещения ПТК	Пространственный	Описание	Маршрутный	Ландшафтное картографирование
Изучение становления ПТК	Генетический	Объяснение	Ключевой	Ретроспективный анализ
Изучение функционирования ПТК	Функциональный	Предсказание	Стационарный	Метод комплексной ординации (сопряженный анализ)
Исследования для прикладных целей	Прикладной	Использование	Камеральный	Оценочные методы

могут «надстраиваться» над любым из классов задач общенаучных исследований. Это определяется в первую очередь характером необходимых знаний о ПТК для решения стоящей перед исследователем практической задачи.

Литература

1. Географический энциклопедический словарь. Термины. М. : Сов. энцикл., 1988. 432 с.
2. Дьяконов, К. Н. Современные методы географических исследований / К. Н. Дьяконов, Н. С. Касимов, В. С. Тикунов. М. : Просвещение, 1996. 208 с.
3. Жучкова, В. К. Методы комплексных физико-географических исследований / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. М. : Академия, 2004. 368 с.
4. Жучкова, В. К. Природная среда – методы исследования / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. М. : Мысль, 1982. 168 с.
5. Исаченко, А. Г. Теория и методология географической науки / А. Г. Исаченко. М. : Академия, 2004. 400 с.
6. Мильков, Ф. Н. Общее землеведение / Ф. Н. Мильков. М. : Высш. шк., 1990. 335 с.
7. Николаев, В. А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов / В. А. Николаев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1978. 63 с.
8. Преображенский, В. С. Основы ландшафтного анализа / В. С. Преображенский, Т. Д. Александрова, Т. П. Куприянова. М. : Наука, 1988. 192 с.
9. Солнцев, Н. А. Учение о ландшафте : избр. тр. / Н. А. Солнцев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2001. 384 с.
10. Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. Новосибирск : Наука, 1978. 319 с.

Глава 2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

2.1. ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Постановка темы исследования. Создание информационного банка данных и программных документов

Подобно любому географическому исследованию, изучение ПТК проводят в три этапа: подготовительный, полевой, камеральный. Затраты времени на эти виды работ можно представить в виде соотношений 1 : 1 : 2. В последние годы четко прослеживается тенденция к сокращению продолжительности полевого периода за счет удлинения подготовительного и камерального. Это обусловлено все большим увеличением потока информации, расширением объема камеральных работ за счет усиления их аналитической части, применения математических методов обработки полевых материалов, ГИС и др.

От правильно поставленных задач и качества их решения на этом этапе работ зависит успех всего исследования.

Началом исследования является четкое определение *темы*, которая может быть сформулирована либо вышестоящей или другой заинтересованной организацией, либо самостоятельно (автором, авторским коллективом). В ней должны быть четко обозначены цель, задачи и район предстоящих работ. Это послужит основой для составления соответствующей программы научно-исследовательских работ.

Затем проводят поиск различных *информационных данных*, касающихся изучаемой территории и направления предстоящих исследований. Дело в том, что до настоящего времени в республике нет централизованного банка данных для материалов физико-географического содержания.

В первую очередь собирают сведения в опубликованных *литературных* (книги, справочники, словари, статьи в научных сборниках, периодических или энциклопедических изданиях) и *картографических* (карты, атласы) источниках, а также *фондовых* материалах. Данные о них фиксируют на библиографических карточках или иным способом. Большую помощь в сборе и изучении этой информации могут оказать конспектирование, ксерокопирование, создание микрофильмов или компьютерной базы данных как средства сбора графических, цифровых и текстовых материалов.

Изучение выявленных информационных материалов идет по нескольким направлениям. Наиболее важные из них – это структура ПТК, методика ее изучения, а также состояние изученности проблемы. Прорабатывают в первую очередь литературу, в которой содержатся сведения о природных условиях района исследования. Для этих целей необходимо воспользоваться пятитомным изданием «Энциклопедия природы Беларуси», вышедшим в 1983–1986 гг., где содержится ценная информация о природных компонентах и ландшафтах как природных, так и административных единиц страны. Для более глубокой проработки литературы в этом направлении целесообразно изучение источников по отдельным природным компонентам. Особое внимание при этом уделяют выявлению взаимосвязей между геологическим строением и рельефом; рельефом, климатом и водами; рельефом, почвообразующими породами и почвами; почвами и растительностью и т. д. При наличии соответствующей информации собирают сведения о хозяйственном использовании территории. Характеристика ПТК на уровне ландшафтов, ландшафтных районов и провинций может быть заимствована из книги Г. И. Марцинкевич «Ландшафтоведение» [11], а также «Ландшафты Белоруссии» [10].

Большое значение придается изучению методической литературы, поскольку методика изучения ПТК находится в прямой зависимости от масштаба работ. Детальная проработка таких материалов в целях выработки основных методических положений особенно необходима при изучении функционирования ПТК.

Любое современное физико-географическое исследование должно отличаться *научной новизной*. В связи с этим важным моментом подготовительного периода является составление обзора состояния проблемы, которая будет изучаться в соответствии с разрабатываемой темой. По мнению В. С. Преображенского, такой обзор должен содержать следующие сведения:

- научный интерес к объекту исследования;
- имеющиеся данные в отечественной и мировой науке;

- нерешенные проблемы и какие из них предполагается рассмотреть в намечаемом исследовании;

- методические средства решения поставленных задач;

- результаты исследования и их новизна.

Проанализированная таким образом специальная литература позволит более четко сформулировать научные задачи исследования, целенаправленно построить программу предстоящих работ.

Большой информативностью отличается анализ серии карт, отдельно изданных или помещенных в различных атласах. Это, как правило, средне- и мелкомасштабные издания, носящие справочный характер, из которых целесообразно сделать рабочие выкопировки или ксерокопии. В особенности это касается отраслевых тематических карт, составленных для территории Беларуси в масштабах 1 : 500 000 или 1 : 600 000 как геологические карты дочетвертичных и четвертичных отложений, геоморфологическая, почвенная, карта растительности, наконец, ландшафтная (изданы в 1977–1986 гг.). Обновленным содержанием отличается набор аналогичных карт, помещенных в Национальном атласе Беларуси [12], более мелкого масштаба (1 : 1 250 000).

Особую ценность для предстоящих исследований представляют отраслевые крупномасштабные карты, близкие по масштабу к предстоящим исследованиям. Такие карты обычно дополняют неопубликованные отчеты различных научно-исследовательских и других организаций. Они образуют их *фонды*. Изучают фондовые материалы НИИ НАН Беларуси – геологии и геохимии, экспериментальной ботаники, проблем использования природных ресурсов и экологии, а также институтов почвоведения и агрохимии, мелиорации и луговодства, Белгипроводхоза, геологической и метеорологической служб и ряда управленческих структур. Наряду с данными о природных компонентах здесь содержится ценный материал о негативном влиянии антропогенной деятельности на их состояние.

По литературным и фондовым материалам пишется краткая справка о степени изученности территории в соответствии с поставленной проблемой.

В подготовительный период происходит разработка программных и других документов. *Программа* – это модель исследовательского процесса. Она составляется исходя из задач, степени изученности территории и проблемы, наличия условий для успешного выполнения работ, а также выделяемых средств и времени.

Работу над программой начинают с ее *обоснования*, куда входят следующие ключевые позиции:

- название темы исследования;

- авторы и научный руководитель;

- актуальность исследований, их состояние в стране и за рубежом; собственные исследования в избранном направлении;
- цель и задачи, которые будут решены при выполнении работ;
- научная новизна планируемых исследований;
- наличие условий для успешного выполнения работ;
- рабочая программа исследований;
- обоснование объема запрашиваемых средств;
- область применения научных результатов.

Далее составляют *задание* на проведение научно-исследовательских работ. В нем дается наименование задания в целом и годовых этапов, указываются исполнители и их научная квалификация, сроки выполнения, финансирующая организация, сметная стоимость и ожидаемые результаты.

На каждый год исследования подготавливают подробную *рабочую программу*. Она должна содержать анализ и оценку выполняемых работ в текущем году, цель и основные задачи исследования, этапы работы, трудовые и материальные затраты. Дополнением к этому обязательному документу может служить календарный план проведения исследований с конкретным распределением по времени отдельных видов работ и ответственных исполнителей.

Особое внимание уделяют составлению *калькуляции сметной стоимости работ*. К числу основных статей расходов относятся: материалы и комплектующие изделия, заработная плата научно-производственного персонала, отчисления в соответствии с действующим законодательством о налогах и сборах, научные командировки, спецоборудование, услуги сторонних организаций, накладные расходы.

Согласно программе и сметной стоимости работ составляют заявки на приобретение картографических материалов, аэрофото- и космоснимков, оборудования и снаряжения. Заблаговременно заказывают транспортные средства: автобус, грузовой автомобиль, вертолет и др. Разрабатывают инструкцию по технике безопасности применительно к условиям района работ.

Топографические и аэрокосмические материалы – основа для выявления и картографирования ПТК

Изучение ПТК может проводиться в *мелком, среднем и крупном масштабах*. Для этих масштабов работ требования к топографическим материалам различны, однако обязательно соблюдается одно условие: картографическая основа рабочих карт должна быть по масштабу крупнее отчетных (чаще всего в два раза).

При работе в мелком масштабе (1 : 1 500 000 и мельче) для картографирования обычно пользуются топокартами масштаба 1 : 1 000 000. При среднемасштабных исследованиях (от 1 : 1 000 000 до 1 : 100 000) можно пользоваться как топографическими, так и плановыми картами, где вся нагрузка изображена в бледных тонах.

Для нанесения контуров ПТК целесообразно использование ксерокопий (особенно цветных), а также сканированных, обработанных на компьютере и распечатанных копий.

Для крупного масштаба работ (крупнее 1 : 100 000) топографическую основу подготавливают специально. Сущность процесса сводится к объединению нагрузки планов землепользования и топокарт, а затем дальнейшей ее корректировке по аэрокосмоматериалам. Обязательными элементами такой карты должны быть гидросеть, рельеф с горизонталями, контуры лесов и болот с обозначением состава древостоя и типа болота, населенные пункты, дорожная сеть. В случае необходимости наносят границы основных землепользователей, сельскохозяйственных угодий, полей севооборотов и прочие ориентиры. При детальных крупномасштабных исследованиях (например, 1 : 2000) необходимо проведение полевой инструментальной съемки.

Современные физико-географические исследования немыслимы без использования *материалов дистанционных съемок* (МДС) в виде *аэрофотоснимков* (АФС) и *космоснимков* (КС), отличающихся разными уровнями генерализации [4].

К *региональному уровню* генерализации относят сканерные КС серии «Метеор» среднего разрешения и фотоснимки, выполненные с пилотируемых орбитальных комплексов (ПОК) «Салют» и «Мир». Данная группа космоизображений охватывает значительные по площади территории и позволяет выделить группы родов ландшафтов. Сканерные КС высокого разрешения серий «Лэндсэй», «Космос», а также высотные АФС и радиолокационные аэроснимки мелкого масштаба образуют *локальный уровень* генерализации. С их помощью возможно выделение родов ландшафтов. *Детальный уровень* генерализации объединяет группу радиолокационных, многозональных и традиционных (среднего масштаба) АФС. Такие МДС отличаются высоким разрешением на местности, что позволяет выделить урочища и виды ландшафтов.

Для картографирования ПТК в условиях Беларуси эффективно использование в основном МДС локального и детального уровней генерализации. Применение региональных КС ограничено вследствие значительной схематичности получаемых данных.

При полевом изучении ПТК оптимальным является совместное использование МДС и топографических карт. МДС обновляются гораздо чаще,

чем карты. По ним можно получить наиболее свежую информацию об изучаемой территории.

Составление предварительной ландшафтной карты – итогового документа подготовительного периода – производится методом дешифрирования аэрокосмоснимков и анализа отраслевых карт.

Первоначально необходимо четко уяснить ранг картографируемых ПТК, которые наилучшим образом могут быть выявлены с помощью этих материалов. Чаще всего *операционными единицами* предварительного картографирования при крупном масштабе выступают урочища, при среднем – ландшафты. Для удобства анализа отраслевые карты (геологическая, геоморфологическая, почвенная, растительности и др.) приводят к масштабу рабочей топографической основы.

Особое внимание уделяют работе с топографической картой, поскольку границы ПТК часто совпадают с границами мезоформ (урочища) и типов (ландшафты) рельефа. Сначала на ней оконтуривают речные долины и ложбины стока, если имеются – балки и овраги. Затем на оставшихся участках междуречий для первого наиболее общего разграничения территории на ПТК по горизонталям выделяют основные гипсометрические уровни рельефа. Этот прием позволяет четче проследить закономерности размещения генетических типов и форм рельефа, выявить приуроченность их к определенным абсолютным отметкам. При этом границы ярусных ступеней рельефа необходимо увязать с геоморфологической картой.

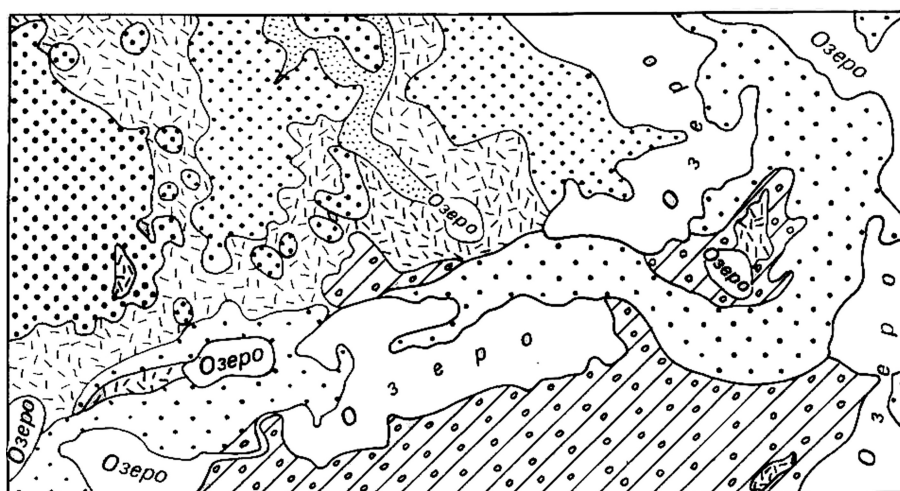
Далее при работе в крупном масштабе используют МДС детального уровня генерализации. С помощью зеркально-линзовых стереоскопов просматривают парные АФС в целях их дешифрирования.

ПТК обнаруживают на снимках через *физиономические* компоненты: рельеф, растительность, элементы гидрографии и техногенные объекты. Они создают внешний облик ПТК. *Деципиентные*, или незаметные на снимках, компоненты (горные породы, подземные воды, структурные элементы) обычно фиксируют путем логической интерпретации дешифрируемых физиономических компонентов [15].

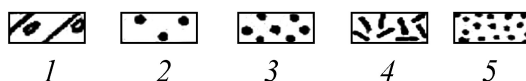
На первой стадии дешифровочного процесса изучают особенности рисунка фотоизображения (табл. 2). На снимках выделяют сочетания контуров, соответствующие общей ландшафтной структуре территории, а также внутриконтурные рисунки, отражающие морфологические единицы ландшафта в ранге урочищ. Изучение особенностей рисунка фотоизображения позволяет определить конфигурацию, площадь и взаимное расположение картографируемых ПТК (рис. 2).



a



б



*Рис. 2. Холмисто-моренно-озерный ландшафт
(дистанционное картографирование природной среды, 1995):*

a – аэрофотоснимок; *б* – ландшафтная карта. Урочища: 1 – моренные холмы с еловыми зеленомошно-черничными лесами, злаковыми лугами, пашней на дерново-слабо- и среднеподзолистых и слабоглееватых супесчано-суглинистых почвах; 2 – озовые гряды с сосновыми лишайниково-кустарничковыми лесами, пашней на дерново-слабо- и среднеподзолистых песчано-супесчаных почвах; 3 – камы с сосновыми лишайниково-кустарничковыми, реже еловыми кустарничково-зеленомошными лесами на дерново-слабоподзолистых песчаных почвах, пашней на дерново-слабо- и среднеподзолистых супесчано-суглинистых почвах; 4 – ложбины стока с озеровидными расширениями, пушистоберезовыми осоковыми лесами, низинными гипново-осоковыми болотами на торфяно-болотных почвах, злаковыми и мелкоосоковыми лугами на дерново-глееватых и глеевых супесчано-песчаных почвах; 5 – плоская пойма со злаковыми гидромезофитными лугами на дерново-глееватых и глеевых супесчано-песчаных почвах

**Дешифровочные признаки урочищ пойменного ландшафта
(по Ю. М. Обуховскому и др., 1994)**

Тип урочища	Структура аэрофотоизображения		Характер границ	Антропогенные признаки
	рисунок	фототон		
Плоская пониженная пойма с осоковыми закустаренными лугами на торфяно-болотных почвах	Ровный, бесструктурный с пятнами довольно крупного крапа, угловатыми линиями (каналы)	Темно-серый, иногда почти черный	Четкие	Осушительные каналы, торфоразработки, распаханые участки
Мелкогравистая с протоками и старицами пойма, со злаковыми лугами на дерново-глееватых супесчаных почвах	Дугообразно-струйчатый с разреженной мелкой зернистостью (стога сена)	Светло-серый или серый	Хорошо выраженные	Сенокосные луга
Плоскогравистая пойма со злаковыми лугами на дерново-глееватых супесчаных почвах	Дугообразный, слабовыраженный с зернами мелкого крапа	Серый, реже темно-серый	Просматриваются фрагментарно	Сенокосные луга, небольшие участки пашен

Определение конкретного физико-географического содержания каждого из выделенных контуров составляет следующую стадию дешифрирования (табл. 3). При этом осуществляют индикационный анализ компонентов ПТК, зафиксированных на снимках. Выявленные контуры ПТК переносят на ранее проработанную топографическую основу. Одновременно составляют рабочую легенду карты, желательно в виде таблицы. В ней указывают номер выделенного контура ПТК, свойства природных компонентов (мезоформа рельефа и ее генезис, антропогенные отложения, почвы, растительность и др.), характер использования. Сведения о них берут из анализа отраслевых карт и АФС. В примечании указывают необходимость уточнения свойств ПТК при условии, если имеются существенные расхождения в сопоставляемых материалах. Наконец, для каждого контура ПТК составляют словесную модель его названия, что позволит выделить типологические группы близких по своим свойствам ПТК.

При работе над предварительной ландшафтной картой среднего масштаба используют МДС локального уровня в виде высотных АФС и КС. По ним выявляют ландшафтные особенности рисунков фотоизображений. Далее по сходству морфологического строения рисунки группируют в определенные типы, позволяющие выделить конкретные виды и роды ландшафтов. Комплексную характеристику выделенных контуров ландшафтов также раскрывают с помощью отраслевых карт.

Таблица 3

**Дешифровочные признаки компонентов урочищ пойменного ландшафта
(по Ю. М. Обуховскому и др., 1994)**

Компоненты ландшафта	Дешифровочные признаки	
	прямые	косвенные
Геологическое строение	Фототон светло-серый, почти белый, подчеркивает песчаные, реже супесчаные отложения; темно-серый – торф разной мощности	По свежим вспашкам вдоль мелиоративных каналов возможно определить наличие торфа и подстилающих грунтов
Рельеф	Ровный, бесструктурный рисунок характерен для низкой, плоской поймы, дугообразноструйчатый – для участков развития грядистого рельефа	Особенности микрорельефа подчеркиваются местообитанием ольховых и ивовых кустарников
Растительность	Рисунок мелкозернистый (отражает ольшанники), мелкопятнистый (дубравы)	Стога сена приурочены к заливным разнотравно-злаковым лугам
Почвы	Серый до темно-серого фототон обусловлен дерново-глееватыми супесчаными почвами; темно-серый, почти черный – торфяно-глеевыми и торфяно-болотными	Избыточно увлажненные, часто заболоченные почвы расположены в притеррасной пойме, покрытой ольшанниками

Легенда предварительной ландшафтной карты не должна представлять собой неупорядоченный перечень контуров различного содержания. Необходимо стремиться обобщить и систематизировать этот материал, произвести первоначальную классификацию ПТК по структурно-генетическому принципу.

Предварительная ландшафтная карта, таким образом, дает достоверные представления о пространственной дифференциации ПТК и их границах. В полевой период контуры такой карты обычно мало изменяются, но наполняются конкретным содержанием в соответствии с задачами исследования, а также выяснением спорных вопросов, возникших при анализе противоречивых материалов. По предварительной ландшафтной карте еще до выезда на полевые работы целесообразно разработать сеть маршрутов, выбрать ключевые участки для детальных исследований, наметить опорные точки наблюдений.

Протоколы наблюдений. Материальное обеспечение

Протоколы наблюдений – документы в виде дневников и бланков (ведомости, журналы, регистрационные книги), в которых фиксируются полевые наблюдения. Форма и целесообразность применения протоко-

лов определяются в подготовительный период, исходя из направленности и масштаба исследований.

Дневник предполагает свободную форму ведения записей в общей тетради или блокноте небольшого формата, желательно в твердом переплете. Он не должен иметь много листов, так как при длительном пользовании быстро «занашивается». Оптимальное количество листов 50–100. Бумага должна быть мелкоклетчатая, что удобно не только для ведения записей, но и для выполнения зарисовок и других видов работ.

Перед тем как приступить к ведению дневника, необходимо заполнить его *титульный лист*. Вверху указывают название организации, экспедиции (кафедры), в центре – номер полевого дневника, фамилию, имя, отчество исследователя, даты начала и завершения ведения дневника, номера точек, с которых начаты и закончены наблюдения. В нижней части записывают служебный или домашний адрес, по которому в случае утери нашедший мог бы вернуть дневник исследователю.

Записи в дневнике ведут на правой стороне страниц простым карандашом, гелевой или шариковой ручкой. Начинаются они с ежедневного указания даты (число, месяц) и номера начальной точки наблюдения. Левая часть страниц дневника предназначена для выполнения зарисовок, например геологических обнажений, почвенных разрезов, форм рельефа и др., составления схематических комплексных физико-географических профилей. Здесь указывают также номера фотопленок и кадров, вносят поправки и дополнения к содержанию записей правой стороны. Полевой дневник целесообразно использовать при среднемасштабных исследованиях.

При работе в крупном масштабе, когда наблюдения на точках носят массовый характер, более удобной формой фиксации полевых материалов являются бланки. *Бланк* – определенный перечень фиксируемых сведений, на которые исследователь должен дать краткие ответы. Это своего рода сокращенная программа наблюдений. Бланк существенно ускоряет фиксацию фактического материала, унифицирует исследование, позволяет добиться четкости в записях полевых наблюдений, соблюсти требование единообразия и сравнимости собранных данных.

Бланки удобно сортировать на группы (массивы) по заранее задаваемым признакам, вводить с них информацию в компьютерные базы данных. К числу недостатков бланка следует отнести лаконичность записей, отсутствие возможности сделать дополнительные описания, не предусмотренные графами бланка, выполнить разнообразные зарисовки и схемы. В связи с этим при использовании бланков предусматривается обязательное ведение полевого дневника, где фиксируются необходимые сведения, не нашедшие отражения в бланке. Форма бланка вырабатывается в подготовительный период или заимствуется из имеющихся образцов.

При ведении дневников и бланков нельзя уничтожать сделанные записи, показавшиеся ошибочными, их лучше зачеркнуть. Новые записи на стертых местах могут вызвать подозрение в умышленной подтасовке фактического материала. Полевые дневники и бланки, как и карты, – это отчетные документы о проведенных исследованиях. Они требуют бережного отношения и сохранности.

Приборы и оборудование подготавливают в соответствии с задачами исследования. Минимум полевого снаряжения включает компас (лучше горный) и планшет для съемок, фотоаппарат, сантиметровую мягкую ленту, линейку (60×100 см), лопату, почвенный нож, ручной бур, щуп для определения мощности торфа, определитель растений, гербарную сетку с бумагой для сушки растений, бланки этикеток. Материальное обеспечение научной части экспедиционных работ, кроме того, предусматривает наличие простых и цветных карандашей, фломастеров, ручек, туши, красок, писчей и чертежной бумаги, фотопленок и др. Если программой исследования намечено геохимическое и геофизическое изучение ПТК, то для этих целей потребуется специальное оборудование

Организационно-хозяйственные мероприятия состоят в следующем. Перед выездом на полевые работы выбирают *опорную базу* предстоящих исследований, подготавливают все необходимое для ее оборудования. Применительно к условиям будущих работ подбирают полевое снаряжение для участников экспедиции. Устанавливают *режим работы* и проводят *инструктаж* по технике безопасности.

2.2. СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Рекогносцировка и выбор участков для детальных исследований

Полевые работы – ответственный момент комплексных физико-географических исследований. Без них невозможно получить всестороннее представление об объекте. Только благодаря полевым работам и тщательному анализу их результатов можно добиться того, что наши модели ПТК (словесные, картографические и др.) будут приближаться к действительности.

Полевой период начинают обычно с *рекогносцировки* – общего ознакомления с территорией исследования.

В задачи рекогносцировки входит:

- ознакомление с основными ПТК, уточнение их диагностических и дешифровочных признаков;

- оценка достоверности предварительной ландшафтной карты;
- выработка единых методических приемов описания и картографирования ПТК;
- выбор ключевых участков, подлежащих детальному изучению.

Продолжительность рекогносцировки зависит от выбранных средств для ее проведения, масштаба работ и размеров изучаемой территории. Так, при среднемасштабных исследованиях на рекогносцировку с помощью автомобиля затрачивают 4–6 дней, вертолета – до 3 дней. Процесс работы, в которой принимают участие все исследователи, представляет собой совместные наблюдения на точках и по маршруту, закладку опорного профиля, ландшафтное картографирование на одном из ключевых участков.

При рекогносцировке наиболее удобно использование вертолета, что позволяет посетить труднодоступные участки территории исследования. В условиях Беларуси экономично использовать вертолет Ка-26. Оптимальное время воздушного изучения ПТК – поздневесенний, раннелетний и осенний периоды, удобные часы полетов – утренние при безветренной и безоблачной погоде. Проведение рекогносцировочных наблюдений эффективно с высоты 300 м и обзоре земной поверхности в несколько квадратных километров при скорости полета 120 км/ч. В этом случае можно выявить общие закономерности ландшафтной дифференциации территории. С высоты 150–300 м и обзоре 1,0–1,5 км фиксируются ПТК в ранге местностей, реже – крупных урочищ. Обследование урочищ и крупных фаций производится с высоты полета 50–150 м и обзоре 0,4–1,0 км [15].

Аэровизуальное дешифрирование ПТК основано на анализе физиономических компонентов ПТК, распознаваемых по естественным геометрическим (размеры, конфигурация, ориентировка) и тональным признакам (табл. 4). Фиксацию полученных данных осуществляют путем нанесения или исправления границ ПТК на МДС или предварительной ландшафтной карте, кратких записей в специальном журнале или на магнитной ленте. Воздушное обследование сочетают с наземными наблюдениями, которые целесообразно проводить на ключевых участках в целях проверки, уточнения и дополнения результатов аэровизуального дешифрирования и наблюдений с борта вертолета.

Ключевой (модельный) участок – территория, выбранная в качестве эталона для детальных исследований. Основное назначение – получение более точных и полных сведений о ПТК, экстраполяция выявленных характеристик на менее изученные участки территории исследования. Ключевой участок обычно располагают в одном ландшафтном районе. Его контуры могут иметь различные формы.

Таблица 4

**Аэровизуальные признаки урочищ пойменного ландшафта
в летний период (по Ю. М. Обуховскому, 1994)**

Урочища	Аэровизуальные признаки
Плоская слабодренированная пойма с разнотравно-осоковыми лугами на торфяно-глеевых почвах	Окраска ярко-зеленая с темно-коричневыми пятнами; рисунок однородный или правильный геометрический, обусловленный мелиоративными каналами; дороги, пересекающие пойму разной ширины, с нечеткими контурами, огибают участки с избыточным увлажнением; используется под сенокосы
Мелкогривистая пойма с осоково-злаковыми лугами, ивняками, участками дубрав на дерново-глеевых песчано-супесчаных почвах	Окраска пестрая со сложными сочетаниями зеленых и светло-желтых цветов; рисунок дугообразно-струйчатый; очертания дорог извилистые; заметны сенокосы и пастбища
Крупногривистая пойма со злаковыми остепненными лугами, дубравами на дерново-подзолистых, реже дерново-глееватых супесчано-песчаных почвах	Окраска желтовато-зеленая со светло-желтыми, иногда белыми пятнами; рисунок веерообразный; дороги при пересечении грив расширяются, их контуры расплывчатые; отмечены пастбища и участки пашен
Плоскозападинная эрозионная пойма с осоково-злаковыми лугами и черноольшаниками на дерново-глеевых супесчано-суглинистых почвах	Окраска зеленая, неоднородная вследствие чередования травянистой и древесной растительности; косвенные признаки – локализация в пределах холмистой краевой моренной равнины, четко выраженные уступы от поймы к коренному берегу, наличие валунов
Генерация «старой» поймы с наложенным биогенным рельефом, комплексом лугов и болот на маломощных торфяно-болотных почвах	Окраска буровато-зеленая; в микрорельефе – обилие мелких стариц в различной степени зарастания, следы блуждания русл
Плоские слабовыраженные поймы озерно-аллювиальных равнин с мелколиственными лесами и травяными болотами на мало- и среднемощных торфяно-болотных почвах	Тон преимущественно темно-зеленый (леса) в сочетании с более светлыми пятнами (редины с травами); границы поймы слабо выражены и прослеживаются условно по полосе меандрирования русла и смежным относительно хорошо дренируемым участкам с черноольшаниками

Изучение вертикальной структуры ПТК

Вертикальную структуру ПТК выявляют *методом заложения точек наблюдения* и их последующим описанием. Точку закладывают в типичном для каждого ПТК месте. Желательно, чтобы оно было открытым, обеспечивало хороший обзор и позволяло выявить основные особенности природных компонентов. Точки наблюдения по своему назначению и детальности сбора фактического материала подразделяются на несколько типов.

Основные точки выбирают в типичных местах таким образом, чтобы с их помощью были охарактеризованы доминантные и субдоминантные ПТК. Здесь проводят полный комплекс наблюдений, в количественном отношении они преобладают.

Картировочные точки – точки сжатых наблюдений. Их закладывают там, где картина в общем ясна (например, имеется полное соответствие ПТК с контуром предварительной ландшафтной карты) и нужно только зафиксировать фактический материал в сокращенной форме. Кроме того, они используются для экстраполяции данных, полученных на основных точках, на аналогичные по внешнему облику ПТК.

Опорные точки отличаются детальностью наблюдений, которые проводятся по углубленной программе. Их закладывают сравнительно редко и только в наиболее характерных ПТК. Чаще всего используют для изучения геохимических и геофизических характеристик ПТК, позволяющих выявить особенности функционирования и динамики геокомплексов.

Специализированные точки – точки описания отдельных компонентов (грунтовые или поверхностные воды, формы рельефа и др.), объектов (обнажения, родники и др.) и явлений (дефляция, водная эрозия, подтопление и др.) природы.

Порядок нумерации точек должен быть таким, чтобы исключить путаницу в собранных материалах. Чаще всего среди исследователей практикуется распределение номеров точек по сотням: 1–100, 101–200, 201–300 и т. д.

Методические приемы комплексных описаний на точке наблюдения включают ряд последовательных видов работ.

Адресная привязка точки наблюдения начинается с определения ее местоположения на карте. В соответствующем месте карты ставят небольшой крестик или квадрат, справа – его порядковый номер. На АФС на месте точки наблюдения делают прокол булавкой, который на обратной стороне обводят карандашом.

Затем в дневнике или на бланке записывают дату и номер точки, указывают ее адрес – положение относительно двух постоянных ориентиров. Это могут быть населенные пункты, места слияния двух водотоков, устья рек и ручьев, озера и др. Следует избегать привязки к непостоянным и ненадежным объектам, таким как полевые дороги, сельскохозяйственные угодья, дренажные канавы и др. При ориентировке относительно населенных пунктов, озер, лесных и болотных массивов обязательно указывают, от какой (С, Ю, СЗ, В и т. д.) окраины, конечности отсчитано расстояние. Недопустимо давать адрес относительно предыдущих точек наблюдения. Можно также определять адресные данные по системе квадратов топографической карты.

Описание природных компонентов начинают с литогенной (геолого-геоморфологической) основы ПТК. При этом первостепенное значение придают изучению *рельефа*, поскольку его формы и элементы выступают в качестве диагностических признаков выделения ПТК различных рангов.

При характеристике рельефа отмечают положение точки относительно макро-, мезо- и микрорельефа. Сведения о *макрорельефе* берут обычно из литературных источников, а также физических карт, что дает представление об особенностях рельефа изучаемой территории в целом.

Особое внимание уделяют описанию *мезоформ* рельефа, в пределах которых заложена точка наблюдения. Дело в том, что к мезоформам рельефа обычно приурочены ПТК ранга урочища. Разнообразие характерных форм мезорельефа устанавливается еще в подготовительный период на основе анализа геоморфологических карт, а также при составлении предварительной ландшафтной карты.

Положение точки относительно мезоформ рельефа фиксируют следующим образом: вершина (склон) холма, днище ложбины стока или спущенной озерной котловины, поверхность поймы, террасы, равнины и т. д. Мезорельеф характеризуют в морфометрическом, морфологическом и генетическом отношениях.

При изучении *морфометрических особенностей* в первую очередь указывают абсолютную и относительную высоты мезоформы рельефа, которые устанавливают по топокарте. Относительные превышения точки над местным базисом эрозии могут быть также определены с помощью анероида или визуально, на глаз. Параметры этих отметок уже на начальной стадии исследования порой позволяют сделать предположение о происхождении мезоформы (например, моренный холм, дюна, грива и т. д.). Устанавливают *размеры* мезоформы рельефа: для моренных холмов, камов, озов, дюн – длина, ширина; ложбин стока, балок, оврагов, спущенных озерных котловин – длина, ширина, глубина.

Важным элементом рельефа являются *склоны*, т. е. наклоненные участки земной поверхности, ограничивающие положительные и отрицательные формы рельефа. Большой частью водораздельные пространства плавно переходят в склоны, сливаясь с ними. При изучении характера склонов необходимо определить их протяженность и крутизну наклона в разных частях.

По *длине* различают короткие (до 100 м), средние (100–300 м), длинные (300–500 м), очень длинные (более 500 м) склоны.

По *крутизне* – слабопологие (1–3°), пологие (3–5°), слабопокатые (5–7°), покатые (7–10°), крутые (10–15°), очень крутые (более 15°).

При изучении подурочищ и фаций обязательно указывают экспозицию склонов, более детально определяют положение точки относительно элемента формы мезорельефа: верхняя, нижняя часть склона, вблизи бровки и т. д.

В процессе геоморфологических наблюдений изучают также *морфологические особенности рельефа*. При описании холмов отмечают их форму (куполовидная, конусовидная, вытянутая, серповидная), характер вершин (плоская, волнистая, гребневидная) и склонов (вогнутый, выпуклый, прямой, террасированный). Для выровненных поверхностей (пойма, терраса, равнина) указывают общий характер поверхности: плоская, пологоволнистая, волнистая и др.

Большое внимание, особенно при изучении фаций, уделяется описанию *микрорельефа*. Необходимо точно описать форму и характер распределения микроповышений, понижений, уступов, определить их размеры и частоту встречаемости.

При изучении ландшафтов возникает необходимость в определении *типа рельефа*, к которому относится точка наблюдения. Чаще всего в условиях Беларуси исследователь имеет дело с такими типами рельефа, как долины рек, озерно-аллювиальные, озерно-ледниковые, водно-ледниковые и моренные равнины, а также грядово-холмистый и конечно-моренный. Заканчивают описание рельефа установлением его генезиса, что делают на основе геологических наблюдений.

Геологическое строение на точке наблюдения выявляют путем изучения поверхностно залегающих *антропогенных* (четвертичных) отложений, которые в Беларуси сплошным чехлом мощностью от 150–100 на севере до 40–20 м на юге перекрывают коренные (дочетвертичные) породы. По своему генезису это *моренные* (ледниковые), *водно-ледниковые* (флювиогляциальные), *лессовидные*, *озерно-ледниковые*, *озерные*, *аллювиальные* и *болотные* отложения. Каждый из этих генетических типов отложений имеет свои характерные признаки, свойства, позволяющие их определить в поле.

Первые сведения о геологическом строении территории исследователь получает из проработанной литературы и соответствующих карт. В поле эти сведения дополняются и уточняются. Однако говорить достоверно о происхождении пород, слагающих ту или иную форму (тип) рельефа, можно только на основании фактических доказательств – естественных и искусственных обнажений (карьеры, ямы, шурфы, скважины).

Лучше всего использовать *естественные обнажения*, которые встречаются на склонах долин рек, оврагов и балок. Обнажение тщательно осматривают и расчищают в виде ступеней, сверху вниз. Вскрывающиеся породы разделяют на пласты более или менее однородного состава. Описывают обнажение снизу вверх (можно сверху вниз) по пластам с указанием их *мощности, цвета и литологических особенностей породы, наличия включений и слоистости, с индексацией генезиса*.

Особенно тщательно характеризуют слоистость в обнажении, если такая прослеживается. По характеру слоистости можно установить генезис породы. Моренные отложения не имеют слоистости. Это же относится и к лессовидным отложениям. Озерные и озерно-ледниковые образования отличаются горизонтальным залеганием. При этом для последних характерна ленточность: слои песка чередуются со слоями глины. Водно-ледниковым отложениям чаще всего свойственна косая слоистость, аллювиальным – горизонтальная, нередко в виде волнистости, а также косая. Часто на расчищенном обнажении слоистость трудно уловима на глаз. Тогда ее следует искать на выветрелых стенках, где она лучше заметна. Ленточность, напротив, хорошо прослеживается только на совсем свежих разрезах и исчезает по истечении нескольких часов.

Однако естественные обнажения встречаются не так часто. Поэтому при изучении геологического строения ПТК целесообразно использовать почвенный разрез с применением *малой буровой скважины*. Эта скважина глубиной около 2 м заложена в дне почвенного разреза с помощью ручного бура. Она позволяет избежать трудоемких работ по закладке глубоких шурфов.

По выявленным генетическим особенностям отложений на точке наблюдения можно сделать вывод о происхождении мезоформы или типа рельефа (моренный холм, водно-ледниковая равнина и др.) и, следовательно, самого ПТК.

Что касается возраста пород, то при комплексных физико-географических исследованиях его определяют по материалам проработанных источников. Устанавливают относительный возраст отложений, который позволяет судить только о возрасте литогенной (геолого-геоморфологической) основы, но не самого ПТК.

Изучение и описание *почв* производят методом заложения почвенных разрезов. Ямы закладывают глубиной 2,0–2,5 м, длиной 1,5–2,0 м, шириной 0,75–0,8 м; глубина полую составляет 0,75–1,5 м, прикопок 0,7–0,8 м. Лицевая стенка почвенного разреза должна быть хорошо освещена солнцем и зачищена. Почвенный профиль расчленяют на *генетические горизонты*, которые обозначают буквенными символами. Ниже приводится индексация горизонтов, используемая при изучении почв Беларуси [16]:

A_0 – *лесная подстилка*, моховой очес; A_d – *дернина*.

A_1 – *гумусовый (перегнойно-аккумулятивный)* горизонт черного цвета; A_n – гумусовый горизонт на пахотных угодьях; A_t – оторфованный гумусовый горизонт.

A_2 – *подзолистый, элювиальный* (вымывания горизонта) располагается под горизонтами A_1 или A_0 и имеет окраску от белесой до палевой.

B – *иллювиальный* горизонт (вымывания, накопления) бурого, палево-бурого, красно-бурого цвета в подзолистых и дерново-подзолистых почвах. При изменении окраски гранулометрического состава, сложения и других свойств он может подразделяться на горизонты B_1 , B_2 , B_3 и т. д.

G – *глеевый* горизонт формируется в результате постоянного избыточного увлажнения и характеризуется голубовато-сизой и сизой окраской. Если оглеение выражено в виде отдельных пятен, горизонт глееватый и обозначается буквой *g*, которая добавляется к основному индексу того горизонта, где оглеение обнаружено (A_{2g} , B_g).

C – *материнская (почвообразующая) порода* – не затронутая процессами почвообразования порода, на которой сформировалась почва.

D – *подстилающая порода*, которая лежит ниже материнской и отличается от нее литологическим составом.

T – *торфяной горизонт*, который подразделяется на горизонты T_1 , T_2 , T_3 и т. д. в зависимости от ботанического состава и степени разложения торфа. На освоенных торфяниках трансформированный торфяной горизонт обозначается T_n .

В профилях пойменных почв выделяют не только генетические горизонты, но и отдельные слои аллювия, которые обозначаются Al_1 , Al_2 и имеют двойную индексацию: на первом месте Al , на втором – индекс генетического горизонта – A_d , Al , Al_1 , Al_2 , B_g , Al_3G и др.

При переходном характере горизонтов они обозначаются комбинированными индексами, например A_1 , A_2 – гумусовый оподзоленный, A_2B – подзолисто-иллювиальный.

Антропогенно-деградированные, нарушенные и искусственно насыпанные горизонты отмечают следующими символами: d – деградированный (A_d , T_d); n – нарушенный (A_n); i – искусственный (A_i).

Сочетание и последовательность почвенных горизонтов различны для разных типов почв, представленных в ПТК Беларуси. Так, в профиле дерново-подзолистых почв выделяются горизонты A_0 , A_1 , A_2 , B_1 , (A_2, B_1) , B_2 , B_3 , C , дерново-подзолистых заболоченных – A_0 , A_1 , A_2 , (g) , B_g , (G) , C_g . Для дерновых почв характерны следующие горизонты: A_0 , A_1 , B , C ; дерновых заболоченных – A_0 , A_1 , B_1 , g или A_0 , A_1 , B_{1g} , G .

Для каждого горизонта почвенного профиля определяют и записывают его мощность в сантиметрах. Все другие морфологические признаки изучаются в следующей последовательности.

Окраска почвы – важнейший признак выделения генетических горизонтов. В почвах различают четыре основных цвета: черный, белый, красный, синий – и ряд промежуточных оттенков, которые можно определить с помощью метода сближения цветов по С. А. Захарову и В. И. Пашину [16]. Устанавливают преобладающий цвет, дополненный оттенком другого цвета. Название преобладающего цвета ставят на последнее место: серовато-черный, красно-бурый, палево-бурый и т. д. (рис. 3).

Степень влажности почвенного горизонта характеризуют такими признаками, как сухой, свежий, влажный, сырой, мокрый.

Структуру почвы лучше всего определять по ее горизонтам при заложении разреза в процессе выбрасывания на поверхность почвы. Различают три типа почвенной структуры: округлокубовидную, призмовидную, плитовидную, подразделяющиеся по форме и размерам агрегатов на виды. Например, округлокубовидная: пылеватая ($<0,25$ мм), мелкокомковатая ($1,0–0,25$ мм), ореховатая ($10,0–7,0$ мм) и др. Чаще всего почвы имеют смешанную структуру: комковато-пылеватую, ореховато-комковатую и т. д., в этом случае преобладающие размеры ставят на последнее место.

Сложение (степень плотности почв) определяют путем вонзания ножа в почвенную массу горизонта. Устанавливают рассыпчатое, рыхлое, слабоуплотненное, сильноуплотненное, плотное сложение.

Новообразования изучают с учетом их генезиса, формы и состава. Отмечают наличие новообразований химического (карбонатов, кремнезема, оксидов и гидроксидов железа и марганца, глин и гумуса) и биологического (капролиты червей, насекомых; кротовины, корневины) происхождения. Указывают присутствие включений – тел органического и минерального происхождения, образование которых не связано с почвообразовательным процессом: валуны, галька, гравий, кости животных, кусочки угля, кирпича и др.

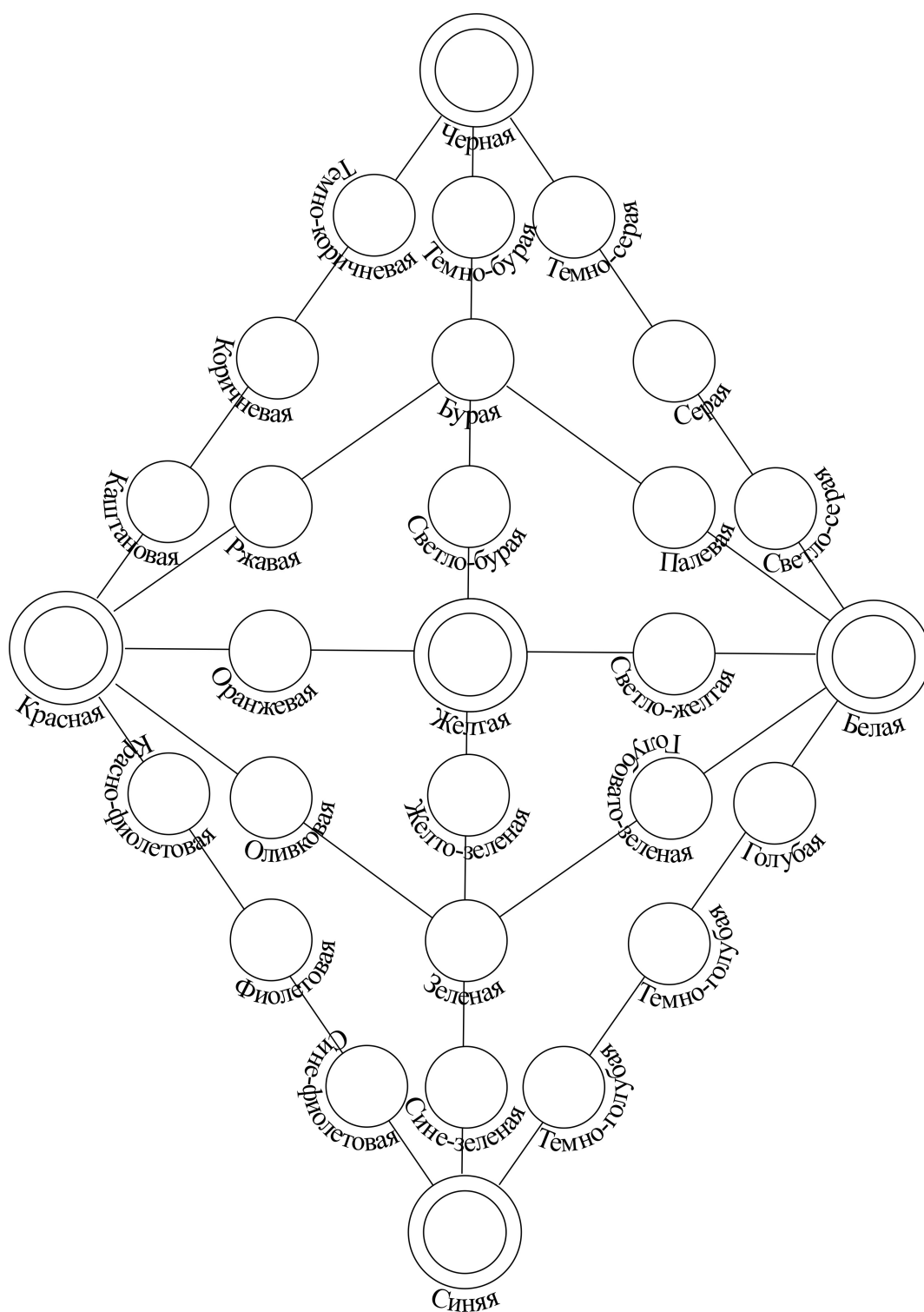


Рис. 3. Определение окраски почвы

Распространение корней растений по горизонтам почвенного профиля устанавливают визуально: нет корней, единичные корни, редкие корни, мало корней, густые корни, дернина.

Гранулометрический состав определяют одним из полевых методов (табл. 5). Для каждой почвообразующей породы устанавливают ее генезис: рыхлая водно-ледниковая супесь, средний моренный суглинок, тяжелая озерно-ледниковая глина. Наконец, отмечают характер перехода горизонта (резкий, ясный, заметный, постепенный) и форму границ (ровная, волнистая, карманная, языковатая, затечная, размытая, пильчатая).

Завершается описание почвенного разреза установлением *названия почвы*. Сначала определяют тип почвы (по процессам почвообразования), затем указывают степень проявления этих процессов (слабо-, средне-, сильнооподзоленные для подзолистых и дерново-подзолистых почв; глееватые и глеевые – для дерновых и дерново-подзолистых заболоченных почв). Далее необходимо учесть гранулометрический состав почвообразующих и подстилающих пород, а также их генезис. Если почва имеет одночленное строение, то в ее названии можно использовать термин «мощный»: дерново-палево-подзолистая почва, развивающаяся на мощных лессовидных суглинках. В случае двух-, трехчленного строения почвы в ее названии указывают свойства верхнего гумусового горизонта, а затем залегающих ниже горизонтов. Например, почва дерново-подзолистая слабооподзоленная, развивающаяся на рыхлой водно-ледниковой супеси, подстилаемой моренным суглинком. При названии торфяно-болотных почв учитывают их тип (низинный, верховой) и мощность органического горизонта: торфянисто-глеевые (менее 30 см); торфяно-глеевые (30–50 см); торфяные маломощные (50–100 см); торфяные среднемощные (100–200 см); торфяные мощные (более 200 см).

Изучение почв обычно сочетается с наблюдениями за *условиями увлажнения*. Увлажнение в пределах ПТК выражают двумя показателями. Устанавливают тип (характер) увлажнения: *атмосферное*, *грунтовое*, *натечное* (за счет поверхностного стока), *пойменное* (за счет половодий и паводков). Отмечают также степень (интенсивность) увлажнения: *недостаточное* – почва очень сухая; *слабое* – почва свежая; *нормальное* – почва влажная; *обильное (повышенное)* – почва сырая; *избыточное* – почва мокрая. При характеристике увлажнения дополнительно указывают его режим: *постоянное (устойчивое)* и *переменное (неустойчивое)*. Уровень залегания грунтовых вод (верховодки) устанавливают по появлению воды в стенке или на дне почвенного разреза либо шурфа, а также по близлежащему колодцу, урезу воды в реке, ручье, озере.

Таблица 5

Полевые методы определения гранулометрического состава почв

Состав почвы, содержание физической глины, %	Сухое растирание, или «зеркало»	Мокрое растирание	Скатывание шнура	Скатывание шарика	Проба ножом	По структурности пашни
Рыхлый песок (0–5)	Не дает	Не оставляет почти никакого следа	Не образует	Не образует	Черта осыпается, поверхность среза шероховатая, слышен треск	Раздельно-частичная бесструктурная масса
Связный песок (5–10)	Слабое, редкое, но ясно заметное	Слегка загрязняет ладонь	Не образует	Легко крошится	То же	Отдельные комочки
Рыхлая супесь (10–15)	Ясно заметное, но прерывистое	Загрязняет ладонь сильнее	Дает зачатки	Шероховатая поверхность, при расплющивании распадается на куски	Черта с разорванными краями, срез шероховатый	Комки занимают до 30 % поверхности
Связная супесь (15–20)	То же	То же	То же	То же	То же	Комки на 50 % поверхности
Легкий суглинок (20–30)	Хорошее, почти сплошное	Почти сплошь замазывает ладонь	Шнур образуется, но раскалывается на дольки	Гладкая поверхность, при расплющивании растрескивается по краям	Черта ровная, шире лезвия ножа, поверхность среза ровная, матовая, нет треска	Комки на 75 % поверхности

Средний суглинок (30–40)	Сплошное	То же	Сплошной шнур, кольцо разламывается на дольки	То же	То же	То же	Вся поверхность, комки размером от голубино до ку- рино яйца
Тяжелый суглинок (40–50)	Трудно рас- тирать паль- цами в су- хом состоя- нии	Густо замазы- вает ладонь, хо- тя и включает песчинки	Шнур сплош- ной, кольцо трескается	То же	То же	То же	Вся поверхность, среди них встре- чаются глыбы (до 10 см и более)
Легкая глина (50–65)	То же	Дает однород- ную мажущую- ся массу	Сплошной шнур, кольцо не трескается	Блестящая по- верхность шари- ка, лепешка с незначительны- ми трещинами по краям	Черта узкая, срез гладкий, блестящий	То же	То же
Средняя глина (65–80)	То же	То же	То же	Без трещин	То же	То же	То же
Тяжелая глина (более 80)	То же	То же	То же	То же	То же	То же	То же

Изучение *фитоценозов* проводят методом пробных площадей размерами 100 м² (10×10 м) в травянистых и кустарниковых, 400 м² (20×20 м) в лесных и 1 м² (1×1 м) в болотных сообществах. При закладке пробных площадей выбирают однородный участок фитоценоза (ассоциацию), удаленный от естественных границ. Приемы описания растительности и перечень фиксируемых сведений могут изменяться в зависимости от программы работ. При описании *травянистой растительности* характеризуют следующие основные признаки строения *лугового* и *болотного фитоценозов*.

Видовой состав – список видов растений на пробной площади с указанием злаков, затем осок, бобовых, разнотравья и мхов. В пределах каждой группы первоначально фиксируют наиболее распространенные, затем редко встречающиеся виды. Каждое растение записывают двойным названием (род и вид). Если названия некоторых растений неизвестны, их берут в гербарий, снабжая номером или рабочим названием. Неизвестные виды затем определяют по фондовому гербарию или по определителю.

Обычно отмечают надземную *ярусность*, которая в травостое лугов с учетом высоты растений представлена четырьмя ярусами. *Высокотравье* – луговые растения первой величины: «верховые злаки», наиболее крупные виды осок и разнотравья (лисохвост луговой, тимофеевка луговая, костер безостный, таволга вязолистная и др.). *Мелкотравье* – растения второй величины: «низовые злаки» (овсяница красная, мятлики, полевицы, трясунка, душистый колосок), а также большинство видов осок и разнотравья (герань луговая, невяник обыкновенный, колокольчики, лютик едкий и др.) одинакового с ними роста. *Низкотравье* – растения третьей величины, низкорослые виды: клевер ползучий, лютик ползучий, чабрец, манжетки. *Приповерхностные стелющиеся растения и мхи*: вербейник монетчатый, лапчатка гусиная и др.

На болотах выделяют травянистый ярус и ярус мхов и лишайников, а иногда и древесно-кустарниковый. Молодые травянистые растения, а также угнетенные экземпляры какого-либо вида в отдельные ярусы не включают.

Высота – средняя величина для экземпляров данного вида, измеряется в сантиметрах с помощью линейки.

Обилие – число экземпляров каждого вида на пробной площади. Определяют визуально по шкале Друде с использованием учета средних расстояний между экземплярами вида, предложенного А. А. Урановым. Для ускорения фиксации величины обилия можно использовать также унифицированную балльную шкалу Шенникова (табл. 6).

Шкала оценок обилия видов (по А. Т. Федоруку, 1976)

Оценка по шкале Друде	Словесное описание, покрытие всеми растениями вида, %	Цифровая шкала Шенникова	Оценка по Уранову
Soc (socialis)	Фон, 100	6	Растения смыкаются своими наземными частями благодаря очень большому количеству особей или особенно пышному развитию
Cop ₃ (copiosus)	Очень обильно или рассеянно, >20	5	Растения очень обильные, среднее наименьшее расстояние не более 20 см
Cop ₂	Обильно или разбросанно, до 20	4	Обильны, среднее наименьшее расстояние от 20 до 40 см
Cop ₁	Довольно обильно или изредка, до 4	3	Довольно обильны, среднее наименьшее расстояние от 40 до 100 см
Sp (sparsus)	Встречается в небольших количествах, вкраплено в основной фон других растений предыдущих категорий обильно или редко, до 1	2	Рассеянные растения, среднее наименьшее расстояние от 1 до 1,5 м
Sol (solitarius)	Встречается в очень малых количествах единичными экземплярами или единично	1	Единичные растения, далеко отстоят друг от друга, так что среднее наименьшее расстояние всегда 1,5 м
Un (unicum)	Встречается единичным экземпляром или одиночно	—	Единственный экземпляр

Фенофаза – стадия вегетации растения каждого вида; отмечают значками или буквенными обозначениями: пр – растение прорастает; б – бутонизация; ц – зацветание; ц₂ – полное цветение; ц₃ – отцветание; п₁ – плоды (семена) незрелые; п₂ – плоды (семена) зрелые; п₃ – осыпание плодов (семян); отр – отрастание после плодоношения.

Жизненность – степень развитости или подавленности вида определяют по трехбалльной шкале: 3 – полная жизненность (растения имеют нормальный рост, цветут и плодоносят); 2 – средняя (растения ниже среднего роста, цветут не все экземпляры); 1 – пониженная (растения низкорослы, не цветут, имеют угнетенный вид).

Проективное покрытие определяют на глаз и отмечают в процентах только для массовых видов по следующим ступеням: 5 – проективное покрытие от 100 до 50 %; 4 – 50–25 %; 3 – 25–10 %; 2 – 10–5 %; 1 – менее 5 %.

В конце описания дают *название ассоциации* по преобладающим видам и группам растений. При этом на последнее место ставят преобладающее растение или группу растений: лютиково-мелкозлаковый луг, разнотравно-овсяннический луг, хвощево-осоковое низинное болото.

Описание *лесного фитоценоза* начинают с древостоя. Видовой состав древесных пород указывают по ярусам и выражают *формулой древостоя*. Количественное соотношение между видами фитоценоза определяют по 10-балльной системе с учетом общего числа всех стволов пробной площади. Исходя из этого показателя определяют долю каждой породы. Формула состава древостоя 8С 2Е означает преобладание в лесу сосны обыкновенной (ставится на первое место) с примесью ели обыкновенной. Общеприняты следующие сокращенные обозначения деревьев: сосна обыкновенная – С, ель обыкновенная – Е, дуб черешчатый – Д, граб обыкновенный – Г, клен остролистный – Кл, липа мелколистная – Лп, осина – Ос, ясень обыкновенный – Яс, береза бородавчатая – Б(б), береза пушистая – Б(п), ольха черная – Ол(ч), ольха серая – Ол(с).

Далее для каждого вида деревьев определяют среднюю *высоту*, а также *диаметр* ствола на высоте 1,3 м. Глазомерно устанавливают *сомкнутость крон*, которую для всего древесного полога выражают в долях от единицы (0,5; 0,8 и т. д.). При необходимости определяют возраст деревьев, фиксируемый по свежим пням или при помощи возрастного бура.

Все характеристики древостоя целесообразно уточнить по материалам лесоустройства.

При описании *подлеска* (кустарникового яруса) фиксируют перечень видов, состав и высоту пород. Характеристика *напочвенного покрова* (травяно-кустарничковая и мохово-лишайниковая растительность) предусматривает определение его видового состава, высоты, покрытия, облия, жизненности и фенофазы. Устанавливают общее покрытие травами и мхами.

Название лесного фитоценоза дают с учетом доминантов древесного и кустарникового ярусов, а также напочвенного покрова: сосняк можжевелово-черничный, ельник зеленомошно-черничный.

При описании *культурной растительности* указывают название культуры, фенофазу, жизненность, перечень сорняков. Степень засоренности посевов определяют визуально либо взвешиванием сорняков на *учетных площадках*. На площади 10×10 м² выбирают четыре площадки

по 0,25 м², где весь посев выстригают и взвешивают. Затем из общей массы укоса отдельно выбирают и взвешивают сорняки. В слабозасоренных посевах на долю сорняков приходится до 10 %, среднезасоренных – 10–25 %, сильнозасоренных – 25 % и более от веса всего укоса.

Детальное изучение природных компонентов на точке наблюдения позволяет выявить характер внутренних взаимосвязей между ними в ПТК. Особенности этих взаимосвязей отражают в комплексной характеристике (*названии*) ПТК изучаемого ранга (фация, урочище, ландшафт). В названии ПТК должны содержаться сведения о генезисе и характере рельефа, почвах и растительности. Например, урочище плоской поймы с разнотравно-мелкоосоковыми лугами на аллювиальных дерново-глеевых песчано-супесчаных почвах.

Геоэкологическое состояние ПТК изучают на заключительной стадии описания точки наблюдения. Выявляют особенности хозяйственного использования ПТК, последствия антропогенного воздействия как на отдельные природные компоненты, так и ПТК в целом, тенденции развития природно-антропогенных процессов. При этом указывают характер сельскохозяйственного угодья: пашня, сенокос, выпас, культурный сенокос или пашня на осушенных участках. Отмечают культуртехническое состояние каждого угодья. Для пашни это, например, степень завалуненности, контурность, возможность вымокания, выпревания или вымерзания посевов, проявление эрозионных процессов, степень смывости почв, эффективность осушения. Относительно сенокосных и пастбищных угодий визуально определяют их продуктивность (по густоте и высоте травостоя), указывают степень стравленности, наличие ядовитых растений, закустаренность, заочкаренность, окультуренность (осушение, подсев трав), замшелость. Отмечают такие физико-географические процессы, как заболачивание, подтопление, дефляция, остепнение. Указывают характер хозяйственной деятельности в лесных угодьях: выборочная или сплошная рубка, санитарная рубка, подсечка леса, сбор ягод, грибов. При этом фиксируют все негативные проявления антропогенной деятельности в лесу: угнетенное состояние древостоя или напочвенного покрова, усыхание, повреждение листьев и хвои, вытаптывание, наличие свалок мусора и кострищ.

Выявленные особенности хозяйственного использования ПТК в случае необходимости могут быть использованы для *выделения природно-антропогенных комплексов*: пахотный волнистой моренной равнины, сенокосно-пастбищный плоской поймы, лесохозяйственный плосковолнистой водно-ледниковой равнины и др.

Прочие наблюдения обычно выполняют на специализированных, реже основных точках наблюдений. Характер и содержание этих работ определяются программой исследования. Это могут быть палеогеографические наблюдения на наиболее интересных с научной точки зрения геологических обнажениях и карьерах; микроклиматические и дендрохронологические, привязанные к ПТК различных рангов; гидрологические и гидрохимические, производимые на малых естественных (озера, реки, ручьи, родники) и искусственных (пруды, колодцы, мелиоративные каналы) водных объектах, а также зоогеографические и др. Проведение таких видов работ требует специальной методической подготовки исследователя.

Отбор образцов и проб. Зарисовки и фотографирование

Сбор образцов, конкретные их виды и количество согласуются с программой исследования. Эта работа требует значительных затрат средств и времени, а потому должна носить строго целенаправленный характер.

Растения для *гербария* с учебной или научной целью собирают в сухую погоду, обязательно с вегетативными и генеративными органами средних размеров. В качестве гербарной бумаги используют любую непромокаемую бумагу (газетную, оберточную, фильтровальную) с размером листов 42×28 см. Образец на гербарном листе аккуратно раскладывают, расправляют все его части. Между гербарными листами для лучшего впитывания влаги кладут бумажные прокладки. Все это закладывают в гербарные сетки (прессы), которые туго перевязывают веревкой. В одну сетку целесообразно помещать не более 25–30 гербарных листов. Сетки развешивают в тени, в течение дня как минимум дважды меняют прокладки. В каждый лист вкладывают этикетку, на которой написано название организации (экспедиции), условное название растения, номер точки, местообитание, дата сбора и фамилия собравшего растение. После определения растения в лабораторных условиях полевую этикетку заменяют камеральной. Запрещается собирать в гербарий охраняемые виды растений. Без особой надобности не рекомендуется срывать даже массовые виды.

Почвенные образцы обычно отбирают на опорных точках. В основных разрезах, а иногда и в контрольных берут индивидуальные образцы из всех выделенных генетических горизонтов снизу вверх. Вес образца может быть от 0,5 до 1,0 кг. Образец вырезают ножом в средней части горизонта. При большой мощности горизонта (горизонт B₂) из него берут

два образца – из верхней и нижней половины отдельно. Каждый образец заворачивают в оберточную бумагу или помещают в мешочек, снабжая этикеткой, где указывают название экспедиции, номер точки (разреза), генетический горизонт, глубину взятия, дату, фамилию собравшего. После просушивания образцы из одного разреза складывают в общий пакет с указанием номера и фамилии исследователя.

Геологические образцы отбирают для уточнения или определения состава, генезиса, возраста пород, а также геохимических исследований. Для аналитических работ образцы документируют и упаковывают.

Палеогеографические материалы (памятники) собирают в целях палеогеографической реконструкции ПТК, ретроспективного воссоздания палеоландшафтной обстановки. Это могут быть ископаемые остатки фауны (раковины моллюсков, кости млекопитающих, остатки рептилий, амфибий и др.) и флоры (кора, ветки, листья, где сохраняются остатки насекомых), а также погребенные почвы и торфяники со спорой и пылью обитавших ранее растений. Обнаруженные в геологических породах палеогеографические памятники отбирают с большой частотой и тщательностью, документируют. Для лучшей сохранности образцы желательно не очищать от породы, заворачивать в вату (фаунистические), складывать в пробирки, коробочки. Для упаковки погребенных торфяников используют пергаментную бумагу, полиэтиленовые мешки, металлические боксы.

Пробы для сопряженных геохимических анализов отбирают из атмосферных осадков, вод, почв, растений на заранее выбранных ключевых участках по специальным методикам, с которыми следует ознакомиться еще до выезда на полевые работы [16].

Для определения химического состава *атмосферных осадков* опробуют дождь, снег и лед. Эта работа трудоемкая, требует организации полустационарных или стационарных наблюдений и не всегда сопровождается ландшафтно-геохимическими исследованиями.

Отбор проб воды проводят батометрами Руттнера и Молчанова в полиэтиленовые канистры, которые после тщательного мытья еще несколько (до трех) раз ополаскивают исследуемой водой. Воду в канистрах следует не доливать на 1,0–1,5 см до пробки. Канистры плотно закрывают, этикетируют (подписывают номера точек, глубину, дату отбора) и отправляют в гидрохимическую лабораторию. Пробы частично анализируют сразу, частично хранят в холодильнике при температуре 3–4 °С или консервируют в целях сохранности их свойств. В день отбора поверхностных, грунтовых, подземных и атмосферных вод проводят их

фильтрацию и определяют общий солевой состав, включая биогенные элементы. Объем пробы воды должен быть не менее 2 л.

Образцы почв берут по всей мощности генетических горизонтов бороздчатым способом. При этом каждый образец выскребают или вырезают ножом от верхней до нижней границы горизонта. При незначительной мощности горизонта почву выбирают ножом по его ширине на лицевой стенке разреза. Вес образца должен быть не менее 0,5 кг.

Образцы растений берут таким образом, чтобы вес сухой массы составлял не менее 200–300 г. При отборе проб древесных пород отдельно отбирают листья или хвою, тонкие и более толстые ветки, кору, корни, шишки, желуди, сережки, образцы древесины ствола. Величину надземной фитомассы травянистых растений определяют методом пробных площадок размером в 1 м² или 0,5×0,5 м, где снимают укусы в трехкратной повторности. Для химического анализа в сухую погоду отбирают свежий, чистый не загрязненный почвой материал, срезанный до основания травостоя ножницами или секатором. Укос взвешивают в сыром виде, а затем проводят его сушку до воздушно-сухого веса и снова взвешивают. Корни лучше собирать после срезания надземной массы растений. Их осторожно подкапывают и вытаскивают, отряхивая от земли. На все образцы составляют этикетки.

Отбор образцов для радиологических исследований требует специальной методической подготовки. Для выявления степени загрязнения радионуклидами отдельных компонентов ПТК можно воспользоваться уже имеющимися отраслевыми разработками. Так, отбор образцов почв должен производиться на элементарных участках, которые характеризуются относительной однородностью почвенного покрова, сельскохозяйственного угодья (пашня, сенокос, пастбище) и местоположения. Границы таких элементарных участков хорошо согласуются с ПТК ранга урочищ или крупных фаций [16].

Образцы почв собирают с помощью тростевого бура на глубину гумусового горизонта. На не загрязненных радионуклидами участках при отборе одного смешанного образца должно быть 30–35 уколов общим весом почвы 0,6 кг. При плотности загрязнения 1 Ки/км² и более для отбора образца необходимо проводить 60 уколов, что для минеральных почв составляет 1,3–1,4 кг, а для торфяно-болотных 0,4–0,5 кг. При завершении отбора почву перемешивают, очищают от растительных остатков и вместе с этикеткой помещают в полиэтиленовый пакет. При первичном обследовании угодий на загрязнение радионуклидами для определения содержания цезия-137 формируют *объединенный почвенный образец* с четырех элементарных участков.

Определение стронция-90 проводится при условии, если плотность загрязнения им составляет $0,15 \text{ Ки/км}^2$ и более. При этом объединенный почвенный образец формируют из смешанных образцов не более как для восьми элементарных участков. В наиболее загрязненных районах республики при плотности загрязнения почв цезием-137 $1\text{--}5 \text{ Ки/км}^2$ для определения стронция-90 берут объединенный образец с четырех элементарных участков, при плотности загрязнения цезием-137 5 Ки/км^2 – с каждого элементарного участка. Для отбора почвенных образцов на участках, которые не подвергались механической обработке после выпадения радионуклидов, используют цилиндрические буры диаметром 40–50 мм, позволяющие взять образец на глубине 20 см.

Описание на точках наблюдений нередко сопровождают *зарисовками*, позволяющими составить более полное представление об отдельных природных компонентах, а также самих ПТК. Метод зарисовок сопровождается изучение геологических обнажений, почвенных ям, мезо- и микрорельефа, фитоценозов. Весьма ценны зарисовки следов предшествующих состояний ПТК, сохранившихся от предыдущих этапов их развития в виде реликтовых почв (погребенных), элементов флоры и форм рельефа (сквозные долины, спущенные озерные котловины и др.), наконец, самих реликтовых геокомплексов.

Выполняя зарисовку, следует соблюдать ряд методических приемов: отмечать масштаб и направление сторон горизонта, делать привязку и пояснение к зарисовке, указывать дату и исполнителя. Зарисовки могут выполняться на бланке, в дневнике, отдельном альбоме простым и цветными карандашами, фломастерами.

Определенную сложность представляет выполнение цветных зарисовок геологических пород и почвенных горизонтов, когда приходится передавать несколько цветов и тональностей. В этом случае в соответствии с теорией смешения цветов необходимо соблюдать следующие правила:

- нельзя закрашивать сначала темным (черным или коричневым) карандашом, а затем поверх – желтым, так как последний цвет не ложится на черный, коричневый, а также красный, синий;
- оттенки серого и черного цветов следует передавать черным карандашом, применяя при этом определенный нажим. Чем светлее окраска, тем слабее должен быть нажим карандашом, и наоборот;
- для передачи серой окраски, но с коричневым оттенком сначала используют коричневый карандаш с соответствующим нажимом, а затем поверх него – черный;
- белесый, серовато-белесый, белесо-желтый цвета рекомендуется совсем не закрашивать или слегка подкрасить черным или желтым карандашом;

- буро-красный, буро-коричневый, буровато-красновато-коричневый цвета передают красным карандашом, а поверх него коричневым;
- голубоватую с разными оттенками окраску показывают голубым или синим карандашом, причем или сплошь, или отдельными пятнами;
- при зарисовке почв следует знать, что движение карандаша должно быть только в вертикальном направлении. В горизонтальном направлении закрашивают почвы аллювиального типа. Грамотно выполненные зарисовки служат хорошим иллюстративным материалом для курсовых и дипломных работ, научных отчетов, монографий.

Фотографии, выполненные в поле, представляют собой, как и зарисовки, дополнительный фактический материал. Они заменяют не только рисунки и описания в протоколах наблюдений, но одновременно являются достоверным техническим документом, позволяющим увидеть и различать те или иные особенности изучаемого объекта.

При изучении ПТК используют обзорные, средне- и крупноплановые ландшафтные съемки, которые могут выполняться любым фотоаппаратом. Основное требование при этом – нумерация пленок, кадрирование снимков, их точная привязка с указанием даты съемки; в случае необходимости установить у снимаемого объекта предмет, определяющий масштаб и ориентировку снимка.

Если фотографируемый объект не помещается на одном снимке, производят панорамную съемку. Панорама – изображение, охватывающее весь круг или значительный сектор фотографируемой территории по горизонту. Для выполнения панорамной съемки разнообразных ПТК производят съемку ряда взаимно перекрещивающихся снимков, которые затем монтируются в общую панораму. На панорамных снимках типичных ландшафтов могут быть показаны особенности их вертикальной и горизонтальной структуры; выделены доминантные и дополняющие урочища; отображены характер использования ПТК и их экологическое состояние и т. д. Для этих целей весьма эффективным является также применение кино- и видеосъемки.

Методические приемы выявления горизонтальной структуры ПТК

Ландшафтное профилирование – основной метод полевых комплексных физико-географических исследований при любом масштабе работ. Его цель – выявление взаимосвязей между компонентами внутри ПТК и сопряженности комплексов друг с другом.

Комплексный профиль наглядно отражает особенности вертикальной и горизонтальной структуры ПТК. С его помощью выявляют закономерности формирования и распространения ПТК в зависимости от рельефа, литологического состава пород, уровня залегания грунтовых вод и др. Здесь наиболее ярко видны ряды сопряженных ПТК, что позволяет использовать этот метод при ландшафтно-геохимических и ландшафтно-геофизических, а также других направлениях работ.

Профильную линию обычно прокладывают в крест простирания основных элементов рельефа к местным базисам эрозии (реке, ручью, озеру). Она должна охватить наибольшее разнообразие местоположений ПТК территории исследования. Выбор направлений профильных линий лучше всего делать по предварительной ландшафтной карте. В зависимости от пространственной организации ПТК линии профилей могут быть прямыми или ломаными, взаимно параллельными либо пересекаться друг с другом. При отсутствии предварительной ландшафтной карты линию профиля прокладывают по топографической карте. Она должна пересечь все характерные формы рельефа, учесть разнообразие геологического строения, растительного покрова, хозяйственного использования территории.

Гипсометрическую кривую профиля, к которой привязывают все данные наблюдений, составляют по топографической карте либо на основе инструментальной съемки. Точки комплексных описаний закладывают на основных элементах или формах рельефа и наносят на гипсометрическую линию с помощью условных знаков (основные, опорные, картировочные, специализированные точки).

Сам профиль схематически изображают в дневнике. Относительно гипсометрической кривой в определенной последовательности условными знаками показывают изучаемые природные компоненты, а также отмечают границы ПТК. Таким образом выявляют взаимосвязи компонентов внутри ПТК и сопряженность выделенных комплексов друг с другом. Густота заложения профилей, их характер и протяженность, частота описания точек наблюдений определяются масштабом работ.

Крупномасштабное профилирование осуществляют на ключевых участках. Один профиль здесь может включать одну или несколько *катен* – ряды сопряженных фаций и урочищ. Наиболее типичную из них выбирают в качестве *опорного профиля*, где детально описывают точки наблюдения, проводят геохимические, геофизические, экологические и другие исследования.

При среднемасштабных исследованиях профиль охватывает гораздо большую по площади территорию. На нем хорошо выявляются общие закономерности пространственной организации ПТК более высокого ранга (местности, ландшафты). На отдельных участках в целях детализации морфологической структуры этих ПТК он может быть выполнен в более крупном масштабе.

В комплексных физико-географических исследованиях ландшафтное профилирование обычно сочетают с *методом маршрутов*. Дело в том, что само по себе профилирование очень трудоемкий процесс. Его использование не всегда целесообразно при сильной расчлененности, заболоченности и залесенности ПТК, а также при средне- и мелкомасштабных исследованиях.

Маршруты выбирают не только исходя из особенностей рельефа, но и с учетом характера растительности, хозяйственного использования ПТК и другой информации, содержащейся на топографической карте, а также АФС и КС (рис. 4). Они часто прокладываются по дорогам, тропам, просекам, пересекают реки по мостам и переправам, а не в брод, что обеспечивает значительную экономию сил и времени. Кроме того, они позволяют посетить и выяснить все спорные контуры ПТК, отмеченные на предварительной ландшафтной карте.

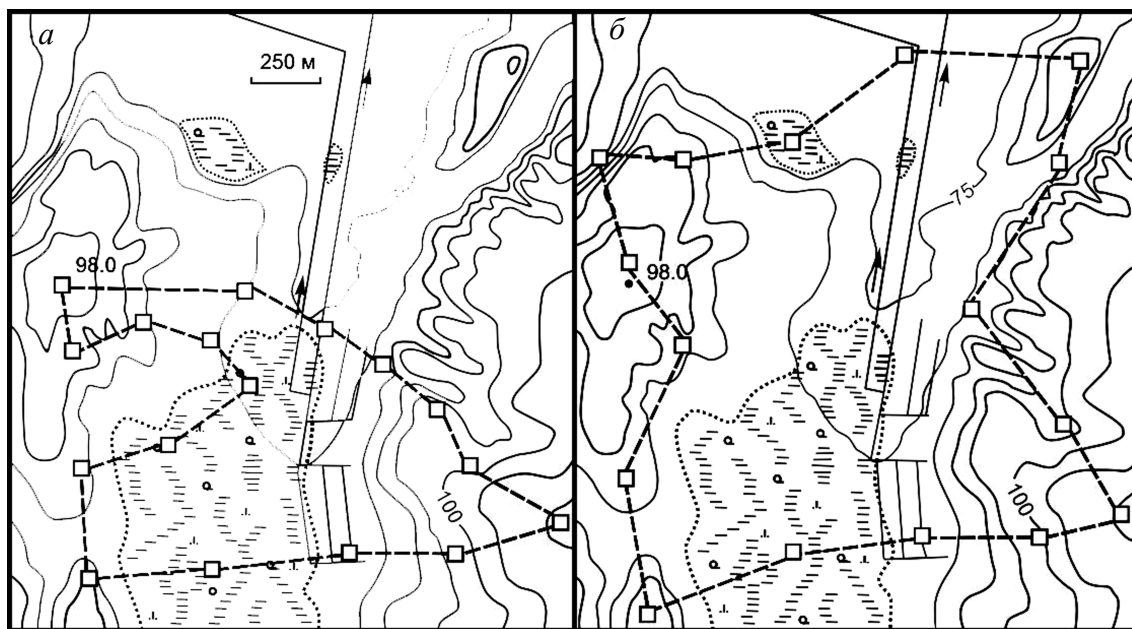


Рис. 4. Варианты выбора маршрута (штриховая линия) и точек наблюдений (квадраты) на участке с пересеченным рельефом (по Г. А. Исаченко, 1998):
а – неоптимальный; б – оптимальный

Маршрутный метод исследования предусматривает наблюдения не только на точках комплексных описаний, а по всему ходу маршрута, которые фиксируют в дневнике. При крупном масштабе исследования, когда расстояние между точками невелико, отмечаются те небольшие изменения, которые наблюдаются по сравнению с уже описанной точкой: размеры и конфигурация ПТК, хозяйственное использование, характер перехода к другому комплексу и т. д. Особенно возрастает роль этих наблюдений при средне- и мелкомасштабных исследованиях, когда значительно увеличивается расстояние между точками наблюдения. Отмечают изменения в вертикальной и горизонтальной структуре ПТК, активность физико-географических процессов, антропогенных трансформаций, экологическое состояние геокомплексов [7].

Линии профилей и направления маршрутов с точками комплексных описаний наносят на карту *фактического материала*. Она создается на топографической основе того же масштаба, что и полевая ландшафтная карта. Здесь же показывают места отбора образцов и проб, проведения специальных исследований и другую ценную информацию. Для каждого изображаемого вида полевых работ разрабатывают систему условных знаков.

Полевое ландшафтное картографирование

Инвентаризация изучаемых ПТК основана на *методе ландшафтного картографирования*, с помощью которого составляют *полевую ландшафтную карту* – основной итоговый документ экспедиционных исследований.

Ранг картографируемых ПТК определяется масштабом работ. Фации картографируют только в крупном масштабе, не мельче 1 : 2000 (редко 1 : 5000). Площадь изучаемых участков при этом составляет не более нескольких квадратных километров или несколько сотен гектаров. Подурочища изображают в масштабах 1 : 10 000–1 : 25 000, площадь исследуемой территории возрастает до десятка и сотни квадратных километров. Масштаб картографирования урочищ 1 : 50 000–1 : 100 000, местностей и ландшафтов от 1 : 200 000 до 1 : 1 000 000. Соответственно увеличиваются и площади картографируемых территорий. На картах мелкого масштаба отображают доминирующие ландшафты и их типологические группы, а также единицы ландшафтного районирования.

Наименьшая рациональная величина контуров ПТК для всех масштабов карт принята равной $0,2 \text{ см}^2$ или $2 \times 10 \text{ мм}$ при удлиненной конфигурации контура или 5 мм в поперечнике при округлой форме. При крупномасштабном картографировании не рекомендуют до конца использовать разрешающую способность карты, чтобы не перегружать ее излишне мелкими контурами, рациональная наименьшая площадь которых в натуре колеблется от $4\text{--}400 \text{ м}^2$ (масштабы соответственно $1 : 200$ и $1 : 2000$) до $3\text{--}50 \text{ га}$ ($1 : 25\,000$ и $1 : 100\,000$). Контурные ПТК на картах среднего и мелкого масштабов с наименьшей величиной рациональной площади в натуре $0,8\text{--}20,0 \text{ км}^2$ и более изображают с полной нагрузкой.

Точность изображения контуров ПТК на ландшафтных картах зависит от степени выраженности их границ. *Резкие границы* ПТК совпадают с геолого-геоморфологическими рубежами. Они хорошо прослеживаются на местности, и точность их нанесения на карту составляет 2 мм . *Ясные границы* выделяются не столь отчетливо, но довольно хорошо просматриваются и наносятся на карту с точностью до 4 мм . *Неясные, нечеткие* рубежи, характерные для территории с выровненным слаборасчлененным рельефом, изображают с точностью до 10 мм . Такие границы устанавливают *методом сближения точек* наблюдения. Посредине расстояния между двумя точками, отмеченными в разных ПТК, закладывают третью. По своим свойствам она будет приближаться либо к первой, либо ко второй точке, что сокращает вдвое интервал для поиска границы. Посредине оставшегося неясного участка описывают очередную точку и так до тех пор, пока расстояние между соседними точками на местности не уменьшится на карте до 10 мм . По центру этого отрезка и проводят границу. Однако этот метод очень трудоемок, поэтому в возникшей ситуации целесообразно воспользоваться предварительной ландшафтной картой, АФС, а также такими косвенными визуальными признаками, как небольшой перегиб рельефа, смена растительности, цвет пахотного горизонта, характер угодья и др.

Методики составления ландшафтных карт разного масштаба существенно различаются.

Карты крупного масштаба составляют *методом сплошной съемки*. Закладывают один или несколько опорных профилей, где проводят наиболее тщательные исследования. Дальнейшую работу по картографированию ПТК осуществляют путем пеших маршрутов с заложением менее детальных дополнительных профилей и отдельных точек описаний. При этом следует стремиться к равномерному и рациональному размещению точек, что достигается путем использования предварительной ландшафт-

ной карты и АФС. Каждый вид ПТК должен быть охарактеризован описанием. Расстояния между точками могут составить от нескольких десятков и сотен метров до одного километра. По А. А. Видиной [3], исследователь в день в состоянии описать 10–12 основных точек, а вместе с картировочными до 20–23. Однако количество наблюдений сокращается до 7–8, если необходимо делать значительные переходы.

При *среднемасштабном картографировании* маршрутный метод сочетают с более детальной съемкой на ключевых участках. По ходу маршрута делают описание ПТК, выявляют или проверяют (при наличии предварительной ландшафтной карты) их границы. Этот метод, в частности, был использован при составлении ландшафтной карты Беларуси масштаба 1 : 600 000. В результате полевых работ в течение нескольких лет было описано около 6,5 тыс. точек на 40 ключевых участках, занимающих в площадном соотношении 1/3 страны. Густота заложения точек здесь составила 2–4 км, дневная норма 5–7 точек на каждого исследователя. На участках, не охваченных ландшафтной съемкой, пространственная организация ПТК определялась методом экстраполяции свойств ключевых участков и разреженной сети маршрутов, дополненных информацией отраслевых карт.

Карты мелкого масштаба составляют обычно камеральным методом. Производят выборочную проверку достоверности предварительно выделенных контуров ПТК, которую осуществляют редкой сетью маршрутов и точек наблюдений (через 10–20 км). Опыт составления обзорной ландшафтной карты азиатских степей (от Урала до Алтая) в масштабе 1 : 1 500 000 под руководством В. А. Николаева [14] существенно обогатил методику мелкомасштабного картографирования. Основными материалами для составления этой карты послужили полевые ландшафтные исследования, аэрокосмоснимки, тематические отраслевые карты природы и топографические карты средних масштабов. Полевые натурные изыскания заключались в маршрутном профилировании в сочетании с серией ключевых участков. При этом главная задача полевых работ состояла не столько в выявлении ландшафтных рубежей и собственно картографирования, сколько в изучении типов взаимосвязей природных компонентов ландшафтов. Установленные типовые взаимосвязи компонентов, закрепленные наподобие контуров видов ландшафтов, открывают, по мнению В. А. Николаева, широкие перспективы для ландшафтной интерпретации как дистанционных материалов, так и отраслевых и даже топографических карт. Этим обеспечивается необходимая нагруженность и кондиционность получаемых картографических моделей.

2.3. КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Аналитические и другие виды работ

Обычно под *камеральной обработкой* понимают обобщение и систематизацию полевых материалов, проведение лабораторных анализов, составление карт, профилей, графиков, таблиц, написание отчета.

Объем и виды лабораторных анализов определяются программой исследования и финансовыми средствами. Аналитические работы могут выполняться не только в собственной лаборатории, если такая имеется, но и в лабораториях других организаций. Предварительно все собранные образцы и пробы тщательно просматривают и готовят к анализам.

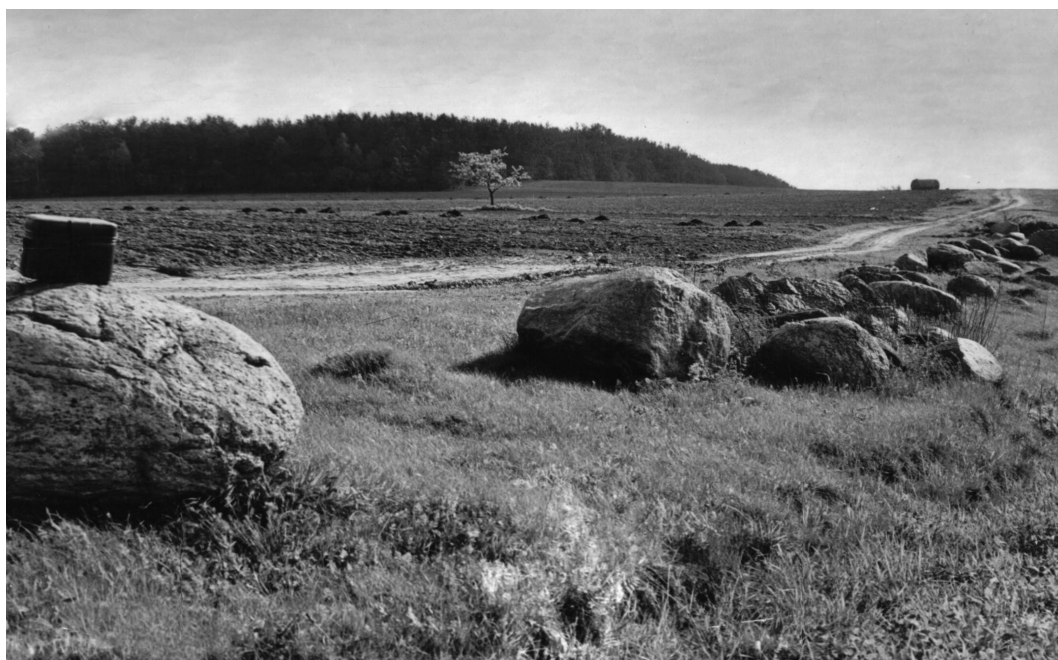
Почвенные образцы досушивают, перекалывают в коробки с учетом разрезов и типов почв. С помощью почвоведов уточняют индексацию генетических горизонтов и названия самих почв. Затем составляют аналитический план (ведомость) с указанием необходимых видов анализов. При этом лабораторными анализами должны быть охвачены все типы почв территории исследования. При хорошей изученности почв и надежной обеспеченности их аналитическими данными, что характерно для Беларуси, объем анализов существенно сокращается. Аналитический план строят в виде таблицы с указанием ряда граф: номер разреза, название почвы, индекс горизонта и глубина взятия образца, видов исследований – гранулометрического состава и физических свойств почв, агрохимических анализов. В соответствующей графе для каждого образца в случае необходимости выполнения анализа ставят знак «+» (плюс), не выполнения – «-» (минус). После получения ведомости лабораторных исследований уточняют отдельные характеристики почв, определенные в поле. К числу таких относят, прежде всего, гранулометрический состав, который полевыми методами точно не представляется возможным определить. Полное и уточненное название породы каждого генетического горизонта, как и самой почвы, записывают в дневник или на бланке с пометкой «по данным анализов» и затем учитывают при установлении окончательного названия ПТК. Среди других аналитических характеристик, используемых для диагностики почв, наиболее информативны величина pH в KCl, степень насыщенности поглощенными основаниями и содержание гумуса. С помощью показателей, например pH, чаще всего приходится разграничивать дерново-подзолистые и дерновые заболоченные почвы. Дерновые заболоченные почвы характеризуются близкой к нейтральной и нейтральной реакцией среды (pH в KCl выше 6,0), реже слабокислой (pH 5,5–6,0), равномерно распределяющейся по профилю. В то же время слабокислая или близкая к нейтральной реакция только в верхнем гори-

зонте может свидетельствовать о хорошей окультуренности почв дерново-подзолистого ряда, включая дерново-подзолистые заболоченные. Последние характеризуются в естественных условиях среднекислой и сильнокислой реакцией (рН 4,0–5,0).

Химическим анализам (потенциометрическому, объемному, фотокolorиметрическому и др.) подвергаются пробы вод, растений, почв и почвообразующих пород для детальных геохимических исследований. Радиологические исследования отобранных образцов выполняются в специализированных лабораториях по специальным методикам. Сопряженный анализ полученных результатов посредством миграции химических элементов позволяет выявить характер взаимосвязей внутри отдельных ПТК и между ними.

Палеоландшафтная направленность комплексных физико-географических исследований может вызвать необходимость проведения различных анализов геологических образцов, ископаемых флористических и фаунистических объектов и др. При этом широко используют биостратиграфические и геолого-стратиграфические методы [5].

Окончательно определяют названия невыясненных растений. С учетом общепринятой методики оформляют гербарий. Просматривают дневники (бланки), уточняют генезис и название отдельных мезоформ (лимнокамы, дюны, гривы) и типов рельефа (озерно-аллювиальный, озерный, озерно-ледниковый и др.), которые затем учитывают при установлении окончательного названия ПТК.



*Рис. 5. Скопление валунов в окрестностях геобазы «Западная Березина»
(фото В. Н. Филимонова)*

По результатам выполненных аналитических и других камеральных работ корректируют содержание полевых вариантов комплексных физико-географических профилей. Методические приемы построения и оформления последних изложены в практикуме по данному курсу [8]. Проявляют фотопленки, что позволяет получить контрольные отпечатки всех снятых кадров. Наиболее удачные из них отбирают для размножения в нужном количестве экземпляров для отчета, альбомов, стендов, фототек и др. Такие фотографии должны достаточно хорошо отражать сущность снятого объекта, быть резкими и контрастными (рис. 5, 6). Их оптимальный формат 6,5×9 см или 9×12 см. Снимки для фотопанорам разрезают прямым, перпендикулярным к их длине порезом и с обратной стороны склеивают лейкопластырем или скотчем так, чтобы между снимками оставались промежутки в 1–2 мм и панорама могла складываться «гармошкой». Под каждым снимком должен быть указан его порядковый номер в отчете, поясняющая подпись с указанием места съемки и автора.



Рис. 6. Лессовый ландшафт в окрестностях Мстиславля
(фото Н. К. Клицуновой)

Составление ландшафтных карт

Работа по составлению *окончательного* варианта ландшафтной карты складывается из нескольких последовательных методических приемов, применимых для общенаучных карт любого масштаба.

На основе обработанных аналитических и других материалов уточняют названия ПТК. Производят упорядочение списка (объединение близ-

ких по своим свойствам ПТК) и установление окончательного набора ПТК. Разрабатывают классификацию ПТК. Составляют легенду карты. Выполняют картометрический анализ карты.

Наиболее важным из этих методических приемов является *классификация ПТК*. Первоначальные схемы классификации ПТК намечаются при составлении предварительной и полевой ландшафтных карт. Однако при работе над окончательным вариантом карты приходится вновь обращаться к этому приему с учетом дополнительно полученной информации о ПТК.

Классификация – один из способов систематизации, предусматривающий разделение на группы предметов, однородных в каком-либо отношении и равных по рангу. Классифицировать можно фации, урочища, ландшафты, но не одновременно те и другие. При построении классификации неизбежна многоступенчатость – выделение *таксонов* по разной степени сходства. Наиболее приняты наименования таких видов таксонов: *класс, тип, род, вид* ПТК. Если классификация не охватывает все существующие на данной ступени объекты, а только то, что имеется в данной группе или районе, ее называют *типизацией*.

При разработке классификации ПТК следует соблюдать ряд логических правил, сформулированных Д. Л. Армандом [1]:

- сумма выделенных видов должна быть равна объему родового понятия;
- в пределах одной ступени классификации, подчиненной одному родовому понятию, должен выдерживаться только один классификационный признак;
- группы, выделенные по видовым отличиям, должны исключать друг друга, чтобы ни один классифицируемый объект нельзя было отнести к двум группам;
- в классификации нежелательно пропускать логические ступени.

Таким образом, классификация позволяет выявить в закартографированных ПТК черты сходства и различия, порядок расположения и соподчинения. В основу классификации ПТК должен быть положен *структурно-генетический принцип*. Без классификации ПТК невозможно построить легенду к ландшафтной карте.

Легенда – это модель классификации ПТК. Она должна давать представление о генезисе изображенных на карте ПТК и об их структуре: вертикальной и горизонтальной (покомпонентной и морфологической – внутриландшафтной). Легенда может быть построена в виде словесной, табличной и матричной моделей. Она должна быть по возможности ла-

конична, что сделать довольно сложно, так как необходимо дать комплексную характеристику всех выделенных классификационных единиц ПТК. Для каждой классификационной единицы с учетом соподчиненности разрабатывают систему условных обозначений: цвет, штриховка, значки и др. Цвет используется как самое сильное средство изображения. Им подчеркивают ту ступень классификации, которую особенно необходимо выделить. Штриховые и значковые обозначения обычно имеют подчиненное значение.

Картометрический анализ позволяет получить достоверные количественные показатели горизонтальной структуры ПТК территории исследования. Такую информацию часто вводят в содержание табличных легенд карт, приводят в виде диаграмм на самих ландшафтных картах, а также картах-врезках более мелкого масштаба. Картометрический анализ выполняют палеткой или планиметром, с помощью которых определяют площади всех контуров ПТК. Для лучшей сохранности полученного материала результаты подсчетов выносят на карту контуров в виде кальки (пленки) или бланковки. Затем составляют таблицы подсчетов, отражающие иерархию всех классификационных единиц и занимаемые ими площади. Полученные показатели систематизируют и вводят не только в содержание карт, но и используют для теоретических разработок. Использование, например, различных коэффициентов структуры позволяет с помощью картографо-математического метода раскрыть закономерности пространственной организации ПТК через меры ландшафтной раздробленности, неоднородности, контрастности и др. Анализ картометрических данных ландшафтной карты Беларуси положен в основу оценки разнообразия природных ландшафтов страны.

Проектирование среднемасштабных ландшафтных карт. Обозначенные методические приемы были использованы при составлении ландшафтной карты Беларуси масштаба 1 : 600 000 (авторы Н. К. Клицунова, Г. И. Марцинкевич, Л. В. Логинова, Г. И. Хараничева, научный редактор А. Г. Исаченко), опубликованной в 1984 г. [9]. Основой для ее разработки послужила топографическая карта масштаба 1 : 300 000. Ее специальное содержание составило информацию о ландшафтах ключевых участков, экстраполированное на остальную территорию.

Заключительным этапом картографирования ландшафтов явилось составление оригинала ландшафтной карты масштаба 1 : 600 000. В содержание ландшафтной карты включены элементы основы (политико-административная карта страны того же масштаба), необходимые для правильной локализации объектов тематического содержания: государственные

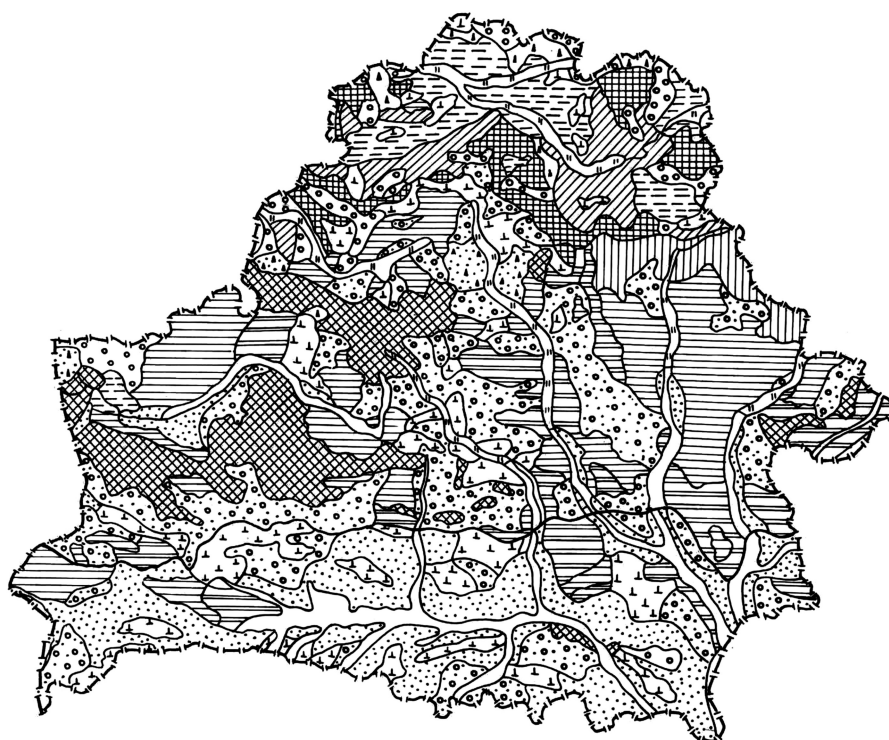
и административные границы, гидрографическая сеть, железные и главные безрельсовые дороги. Из населенных пунктов показаны столица республики, центры областей и районов. Кроме того, на карте отображены охраняемые объекты природы – заповедники, заповедно-охотничьи хозяйства, ландшафтные заказники.

Специальное содержание переносилось с карты масштаба 1 : 300 000, уменьшенной в два раза. Исходя из назначения карты и возможности размещения легенды, были обобщены выделения ландшафтов близких видов. Численность ландшафтов за счет этого сократилась примерно втрое.

Легенда карты в виде словесной модели отражает классификационное ранжирование ландшафтных единиц, их соподчиненность и взаимосвязь. Она многоступенчата, в ней представлена основная иерархия ландшафтных таксонов применительно к территории Беларуси. Названия ПТК содержат комплексную физико-географическую характеристику, определяемую рангом выделяемой единицы.

Легенда содержит 105 видов ландшафтов, сгруппированных в 15 родов, в которых вычленены 1–3 подрода ландшафтов. Роды ландшафтов объединены в 3 группы: возвышенные, средневысотные, низменные ПТК, относящиеся к двум подтипам: А – бореальным подтаежным (смешанно-лесным) и Б – суббореальным полесским (широколиственно-лесным) ландшафтам. При составлении легенды особое внимание обращалось на логически обоснованный выбор цветовой окраски таксонов. Цветовое оформление карты проектировалось таким образом, чтобы отразить научные подходы разработки классификации: зональность, азональность, генетическую общность, территориальную разобщенность. С этой целью была использована совокупность цветовых, штриховых и шрифтовых средств, дополняющих друг друга.

Основной классификационной единицей, отображаемой цветом, выбран *род ландшафтов*, который объединяет сходные по генезису и времени образования ПТК: холмисто-моренно-эрозионные, моренно-зандровые, озерно-ледниковые и др. (рис. 7). Каждому роду ландшафтов присвоен цветовой тон. При этом учитывалась генетическая общность ПТК: цвета подбирались хорошо читаемые, но довольно близкие. Различия между группами родов ландшафтов показаны с помощью гаммы цветов: возвышенные ПТК – красно-сиреневые, средневысотные – желто-оранжево-коричневые, низменные – серо-сине-зеленые. Подтипы ландшафтов переданы насыщенностью цвета. Чистота тона использована для отражения возраста ландшафтов. Так, тона ПТК зоны поозерского оледенения чище тонов, соответствующих ПТК зоны сожского и днепровского оледенений. Нерасчлененные комплексы азональны и имеют один цвет.



Границы

~ подтипов ландшафтов
— родов ландшафтов

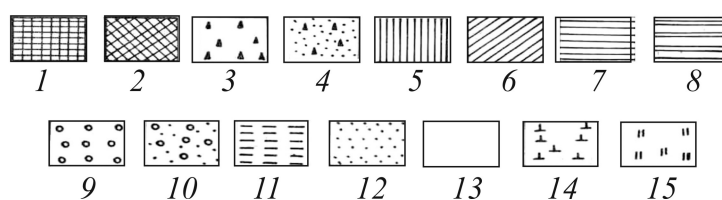


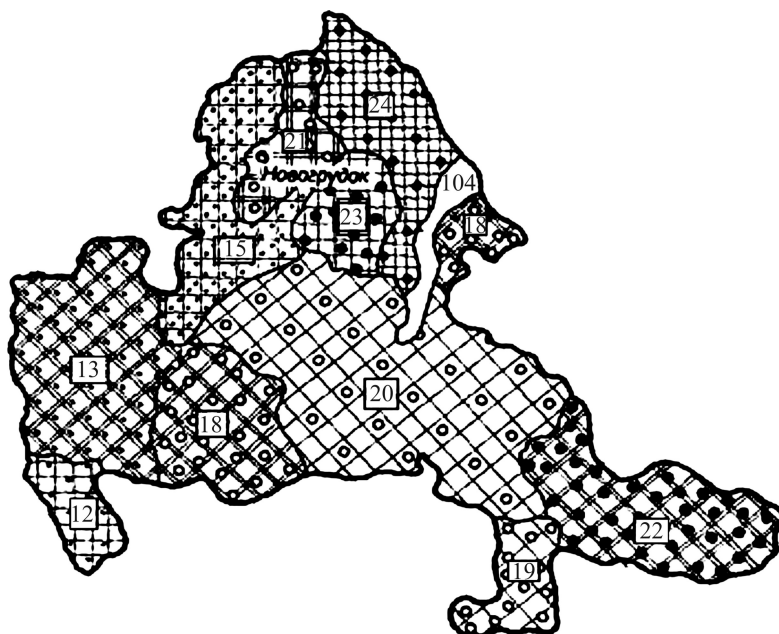
Рис. 7. Ландшафты Беларуси:

- 1 – холмисто-моренно-озерные; 2 – холмисто-моренно-эрозионные;
3 – камово-моренно-озерные; 4 – камово-моренно-эрозионные; 5 – лессовые;
6 – моренно-озерные; 7 – вторично-моренные; 8 – моренно-зандровые;
9 – водно-ледниковые с озерами; 10 – вторичные водно-ледниковые;
11 – озерно-ледниковые; 12 – аллювиальные террасированные; 13 – пойменные;
14 – нерасчлененные комплексы с преобладанием болот;
15 – нерасчлененные речные долины

Внутри родов вычленяются *подроды ландшафтов*, ведущим признаком выделения которых является состав и генезис поверхностных антропогенных отложений. Для показа подрода ландшафтов использован цвет штриховки.

В основу выделения самой мелкой классификационной единицы – *вида ландшафтов* – положен мезорельеф. Виды ландшафтов обозначены штриховкой 23 вариантов. При этом рисунок и линеатура штриховки по-

добраны по названию вида, т. е. с учетом характера рельефа (рис. 8). В целях распознавания ПТК разного таксономического ранга в легенде применены шрифтовые выделения. Для удобства пользования легендой все ПТК последовательно пронумерованы (роды обозначены римскими, а виды – арабскими цифрами прямого начертания).



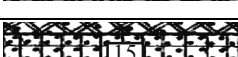
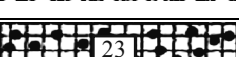
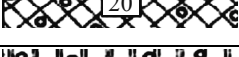
Виды ландшафтов	Подроды ландшафтов		
	с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	с покровом водно-ледниковых суглинков	с покровом лессовидных суглинков
Мелкохолмистые			
Мелкохолмисто-увалистые			
Среднехолмистые			
Мелкохолмисто-грядовые			
Крупнохолмистые			
Среднехолмисто-грядовые			
Платообразные			

Рис. 8. Холмисто-моренно-эрозионные подтаежные ландшафты (арабскими цифрами обозначены номера видов ПТК, соответствующие легенде ландшафтной карты Беларуси)

При разработке легенды принято во внимание, что ландшафты на уровне вида представляют собой сочетание доминантных и субдоминантных урочищ. Доминантные урочища отражены в названии вида ландшафтов. Субдоминантные урочища показаны с помощью условных знаков разных цветов: коричневым – субдоминантные урочища, соответствующие положительным мезоформам рельефа, синим – отрицательным. Значки не имеют конкретной привязки и расположены равномерно внутри контура ПТК.

Таким образом, ландшафтная карта отразила сложную структуру ПТК Беларуси, позволила выявить основные закономерности их формирования и организации.

Составление мелкомасштабных ландшафтных карт связано чаще всего с разработкой комплексных региональных географических атласов. Ландшафтные карты в них носят научно-справочный характер и выполнены в масштабах от 1 : 1 250 000 до 1 : 4 000 000, что позволяет отобразить ПТК с большой классификационной дробностью (до вида ландшафтов). Иногда видовые категории укрупняют путем слияния в одну группу нескольких близких видов. На картах отдельных крупных регионов все ландшафты с помощью цветовой гаммы группируют по типам и подтипам, т. е. биоклиматическим показателям, а посредством фигурных сеток (или цветных штриховок) – по родам, подклассам и классам, т. е. по геолого-геоморфологическим. В результате на картах сами собой обособляются и читаются ПТК более высокого ранга – провинции, зоны, страны. Информационную нагрузку таких карт отражают в легенде-таблице. Она компактна и выразительна, одно из главных ее достоинств – наглядное изображение классификационных единиц ландшафтов. Текстовые легенды чаще всего используют при показе сравнительно небольших регионов с ограниченным набором видов ландшафтов. Из отдельно изданных мелкомасштабных ландшафтных карт особую ценность представляет ландшафтная карта СССР для высшей школы масштаба 1 : 4 000 000, составленная под руководством А. Г. Исаченко. Более подробно с методикой составления мелкомасштабных карт можно ознакомиться в работах В. А. Николаева [13, 14].

Из мелкомасштабных карт, составленных для территории Беларуси, наибольшей информативностью отличается ландшафтная карта масштаба 1 : 1 250 000 в Национальном атласе Беларуси [12] (авторы Г. И. Марцинкевич, Н. К. Клицунова). Она создавалась путем генерализации содержания среднемасштабной карты республики, а также привлечения новых научных материалов. Последнее обстоятельство позволило уточнить не только границы отдельных ландшафтов, но и выделить новые роды ландшафтов: озерно-болотные, озерно-аллювиальные. Все ПТК отнесе-

ны к бореальному и суббореальному лесному Восточно-Европейскому типу ландшафтов. Их структура представлена 14 родами и 34 видами ландшафтов, показанных соответственно цветом и штриховкой. В словесной модели легенды дается полное название родов (генезис, характер растительности и почв, сельскохозяйственная освоенность) и сокращенное видов (рельеф, растительность) ландшафтов.

Крупномасштабные ландшафтные карты, как правило, не публикуются, с ними можно ознакомиться в фондах лабораторий, кафедр географических факультетов университетов и других организаций, занимающихся изучением ПТК. Содержание таких карт во многом определяют их масштаб и единицы картографирования. Чаще всего легенды таких карт построены по табличному типу и включают ряд разделов. Так, на детальном крупномасштабном картах (масштаб 1 : 2000) самые крупные разделы могут включать характеристику местоположения, степени дренированности, элементов рельефа, разновидностей почв, растительных ассоциаций и других показателей, что в итоге составляет комплексную характеристику фаций. Подробнее о принципах построения легенд ландшафтных карт такого масштаба можно узнать из работ А. А. Видиной [3] и Г. А. Исаченко [7].

В Беларуси впервые крупномасштабное картографирование урочищ в масштабе 1 : 100 000 было выполнено на географическом факультете БГУ для поймы р. Припять в связи с разработкой технико-экономического обоснования инженерных мероприятий по защите от затоплений и мелиорации этой территории.

Карта создавалась с использованием АФС и полевых исследований. В пойменном ландшафте выделены типы, роды и виды урочищ. Типы урочищ обособлены по генетическим особенностям рельефа (показаны цветом), роды – характеру дренажа (показаны оттенком цвета), виды – почвенно-растительному покрову (показаны штриховкой и значками). Легенда карты построена в виде матрицы, дающей наглядное представление об особенностях структуры пойменного ландшафта (рис. 9). Дополнением к ней служит развернутая словесная легенда, раскрывающая содержание каждого выдела.

В настоящее время крупномасштабное ландшафтное картографирование выполняют для охраняемых территорий страны. Уже составлены карты ПТК национальных парков в масштабах 1 : 100 000 и 1 : 50 000 на уровне соответственно видов ландшафтов и урочищ. Для ландшафтных и других типов заказников, занимающих меньшие площади, масштаб картографирования составляет в основном 1 : 25 000 и 1 : 50 000, операционные единицы – урочища (рис. 10).

Роды урочищ	Типы урочищ				
	плоские	плосковолнистые	плоскоогривистые	мелкоогривистые	крупноогривистые
Бессточные	 1  2				
Слабодренированные	 3  4  5  6  7  8  9  10  11	 15  16  17  18  19  20	 23  24  25  26  27	 31  32	
Дренированные	 12  13  14	 21	 28  29	 33  34  35  36  37  38	 42  43  44  45
Интенсивно дренированные		 22	 30	 39  40  41	 46  47

Рис. 9. Урочища пойменного ландшафта р. Припять
(1, 2, 3 и т. д. – виды урочищ)

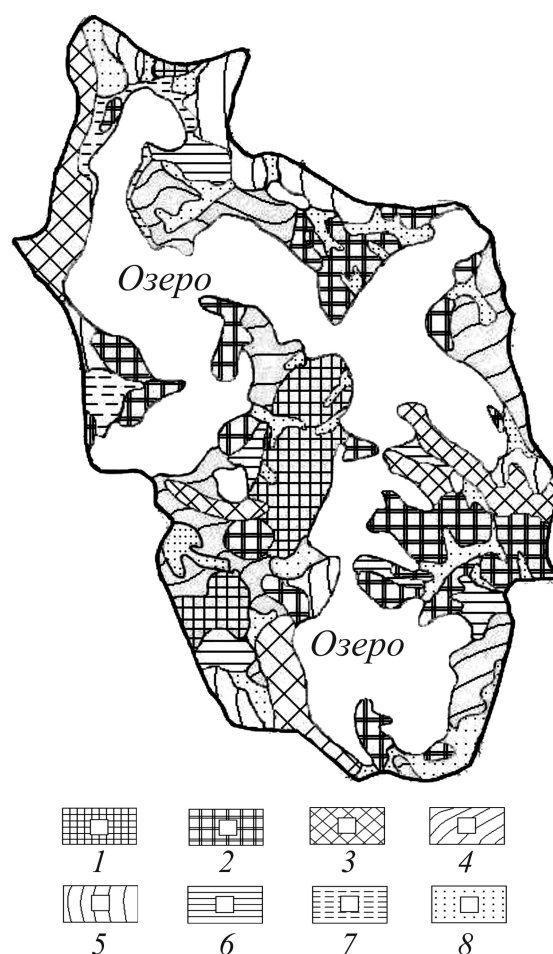


Рис. 10. Ландшафтная карта республиканского

гидрологического заказника «Кривое» (авторы Н. К. Клицунова, Н. В. Гагина):
 Урочища: 1 – моренные холмы. Почвы дерново-подзолистые, развивающиеся на моренных суглинках. Пашня, участки еловых кисличных лесов, разнотравных лугов; 2 – камовые холмы с покровом супесчано-суглинистой морены. Почвы дерново-подзолистые, развивающиеся на моренных супесях и суглинках, подстилаемых водно-ледниковыми песками. Пашня, участки орляковых и черничных сосняков, еловых кисличных лесов, разнотравно-злаковых лугов; 3 – озы с покровом супесчано-суглинистой морены. Почвы дерново-подзолистые, развивающиеся на моренных суглинках, подстилаемых водно-ледниковыми песками. Пашня, сосновые орляковые и мшистые леса; 4 – холмисто-волнистые моренные равнины. Почвы дерново-подзолистые, местами заболоченные, развивающиеся на моренных суглинках. Пашня, участки осоково-разнотравно-злаковых лугов, часто закустаренных; 5 – пологонаклонные волнистые моренные равнины. Почвы дерново-подзолистые, часто заболоченные, развивающиеся на моренных суглинках. Пашня, участки еловых кисличных лесов, закустаренных осоково-разнотравно-злаковых лугов; 6 – плоские спущенные озерные котловины. Почвы дерновые заболоченные супесчано-суглинистые и торфяно-болотные. Леса сероольховые снытево-таволговые, березовые осоково-сфагновые. Участки осоковых закустаренных лугов и низинных травяных болот; 7 – плоские озерные террасы. Почвы дерновые заболоченные, развивающиеся на озерных отложениях разного гранулометрического состава, местами торфяно-болотные. Луга осоковые. Леса черноольховые осокового; 8 – ложбины стока. Почвы дерново-подзолистые заболоченные разного гранулометрического состава. Луга разнотравно-злаковые, часто закустаренные

Карты ландшафтного районирования отражают региональные особенности территории исследования. Это особый тип комплексного районирования, базирующийся на интеграции ландшафтов разного ранга. В соответствии с размерами изучаемой территории определяют набор выделяемых таксонов. Для Беларуси это ландшафтные районы, провинции, подзоны, границы которых оконтурены на основе анализа ландшафтной карты. В основу выделения *ландшафтных районов*, число которых более 50, положено сочетание доминантных видов ландшафтов. Районы индивидуальны, имеют собственное название, в котором перечень доминирующих видов ландшафтов дополняется характеристикой растительности: Полоцкий плоскобугристых и волнистых озерно-ледниковых ландшафтов с сосняками, березняками и болотами; Свенцяно-Нарочанский волнистых водно-ледниковых и среднехолмисто-моренно-озерных ландшафтов с сосняками, ельниками и болотами. Группы районов с близким набором родов ландшафтов образуют *ландшафтную провинцию*. В пределах каждой из пяти провинций представлены 2–3 преобладающих рода ландшафтов (табл. 7). Последние с учетом географического положения региона, а также своеобразия почвенно-растительного покрова составляют индивидуальное название провинции: Поозерская озерно-ледниковых, моренно-озерных и холмисто-моренно-озерных ландшафтов с еловыми, сосновыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, коренными мелколиственными лесами на болотах. Провинции, в свою очередь, объединены в две подзоны: подтаежных (смешанно-лесных) и полесских (широколиственно-лесных) ландшафтов [9].

Карты ландшафтного районирования, как правило, мелкомасштабные (1 : 3 000 000–1 : 4 000 000). Они могут быть помещены как карта-врезка на самой ландшафтной карте либо представлены в виде самостоятельной карты, как это имеет место в Национальном атласе Беларуси. Для обозначения подзон на этих картах использованы буквенные индексы: А – подзона подтаежных (смешанно-лесных), Б – подзона полесских (широколиственно-лесных) ландшафтов. Граница между ними изображена пунктирной или красной линией, контуры провинций – жирной линией. Каждая провинция выделена своим цветом. Границы ландшафтных районов показаны тонкими линиями, каждый район имеет свой порядковый номер. Для всех провинций произведен картометрический анализ их структуры на уровне родов ландшафтов, представленный в виде диаграмм.

Индивидуальные особенности структуры ПТК ландшафтных провинций Беларуси

Ландшафтные провинции	Преобладающие типологические комплексы			
	роды ландшафтов	подроды ландшафтов	виды ландшафтов	субдоминантные урочища
Поозерская	Озерно-ледниковые, моренно-озерные, холмисто-моренно-озерные	С прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, с поверхностным залеганием супесчано-суглинистой морены, с поверхностным залеганием озерно-ледниковых песков и супесей	Волнистые, мелко- и средне-холмистые	Котловины с болотами; камовые и озовые холмы и гряды с сосняками
Белорусская возвышенная	Холмисто-моренно-эрозионные, вторично-моренные	С прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, с покровом водно-ледниковых супесей	Мелко- и средне-холмистые, волнистые	Камы с сосняками; долины с балками, занятые лугами
Предполеская	Вторичные водно-ледниковые, моренно-зандровые	С прерывистым покровом водно-ледниковых супесей, с поверхностным залеганием водно-ледниковых песков	Волнистые	Моренные холмы с пашней; дюны с сосняками; котловины с болотами
Восточно-Белорусская	Вторично-моренные, лессовые	С покровом лессовидных суглинков, с покровом водно-ледниковых суглинков	Волнисто-увалистые, волнистые, платообразные	Суффозионные западины с лугами; долины с балками, занятые лугами
Полесская	Аллювиально-террасированные, вторично-водно-ледниковые, нерасчлененные комплексы с преобладанием болот	С поверхностным залеганием аллювиальных песков, с прерывистым покровом водно-ледниковых супесей	Плосковолнистые, волнистые, плоские	Дюны с сосняками; ложбины стока с озеровидными расширениями, занятые болотами и лугами

Целенаправленное использование природных ресурсов ПТК в определенных видах хозяйственной деятельности приводит к формированию *природно-антропогенных ландшафтов* (ПАЛ), изучение которых также находится в сфере интересов комплексных физико-географических исследований. Картографирование ПАЛ осуществляют камеральным методом.

Система классификационных единиц ПАЛ Беларуси характеризуется трехступенчатым ранжированием: класс – подкласс – род. Классы ландшафтов обособлены по направленности хозяйственной деятельности человека в определенной отрасли народного хозяйства. По этому признаку выделены сельскохозяйственные, сельскохозяйственно-лесные, лесные, охраняемые, рекреационные и городские ПАЛ. С учетом видов хозяйственной деятельности внутри классов вычленены подклассы. Так, подклассами сельскохозяйственных ландшафтов являются пахотные, пахотно-культурно-сенокосные, лугово-пахотные, пастбищно-лугово-болотные, сенокосно-пастбищные (табл. 8).

Род ПАЛ выделяют по характеру природного ландшафта в ранге рода: пахотный лессовый, лугово-пахотный, водно-ледниковый и другие комплексы. Обособление классов и подклассов ПАЛ основано на использовании количественных показателей структуры земельных угодий (см. табл. 8).

Таблица 8

Критерии выделения ПАЛ по структуре земельных угодий, %

Структура угодий	1. Сельскохозяйственный класс				
	Подклассы				
	пахотные	пахотно-культурно-сенокосные	лугово-пахотные	пастбищно-лугово-болотные	сенокосно-пастбищные
Пашня	Более 70	30–60	50–70	до 15	10
Леса	до 20	до 20	до 20	до 20	до 20
Луга	до 10	до 10	10–40	10	70–80
Болота	до 10	15–20	5–15	до 80	до 15
Структура угодий	2. Сельскохозяйственно-лесной класс				
	Подклассы				
	лесополевые		сенокосно-лесополевые	пахотно-лесные	
Пашня	50–70		до 60	20–50	
Леса	20–50		25–50	50–70	
Луга	до 10		10–30	до 10	
Болота	до 10		до 10	до 10	
Структура угодий	3. Лесной класс				
	Подклассы				
	лесохозяйственные		лесоболотные		
Пашня	до 20		до 15		
Леса	более 70		70		
Болота	до 10		15–30		

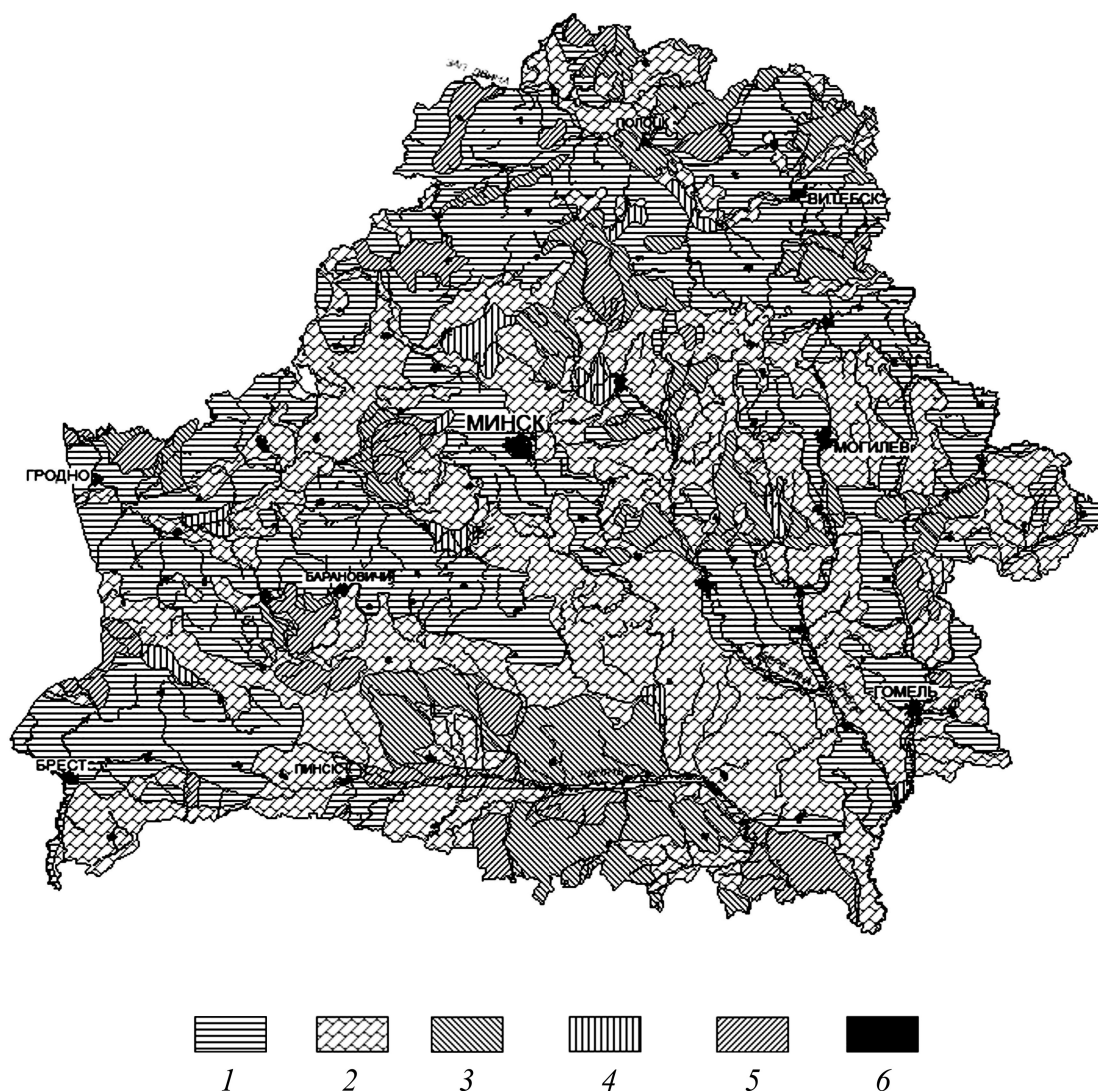


Рис. 11. Природно-антропогенные ландшафты Беларуси:
 1 – сельскохозяйственные; 2 – сельскохозяйственно-лесные; 3 – лесные;
 4 – рекреационные; 5 – охраняемые; 6 – городские

Первичным материалом для получения этой информации послужили ландшафтная карта и карта растительности Беларуси масштаба 1 : 600 000. Путем сопряженного анализа этих карт для каждого контура рода ландшафтов в границах встречающихся здесь видов определялась структура земельных угодий. Картометрическим методом с помощью палетки выявлялись параметры доли пашни, лугов, лесов и болот. Это позволило в пределах каждого контура рода ландшафтов выявить участки с разным характером хозяйственного использования и соответственно отнести их к той или иной классификационной единице. Составленная на основе этих данных рабочая карта легла в основу содержания карты ПАЛ масштаба 1 : 1 000 000, позволившей с большой степенью достовер-

ности отразить особенности хозяйственного использования ПТК республики.

На ней классы ПАЛ показаны цветом, подклассы – оттенком цвета, роды – штриховкой. Генерализированное содержание этой карты (авторы Г. И. Марцинкевич, Н. К. Клицунова) приводится на рис. 11.

Анализ ландшафтных карт для прикладных целей

На материалах общенаучных физико-географических исследований выполняются прикладные работы. Они активно развиваются в высших учебных заведениях страны, в ряде институтов НАН Беларуси, а также в других организациях. При различных направлениях исследований основой их разработок служит картографическая модель ПТК. Так, ландшафтная карта Беларуси была использована для агроландшафтных исследований Г. Т. Хараничевой, М. Н. Брилевским, В. М. Яцухно, Н. В. Гагиной, агроэкологических – А. Н. Витченко, рекреационных – И. И. Счастной и др.

Исследование для прикладных целей, прежде всего, начинают с установления ранга анализируемого ПТК. В качестве объекта выбирают такой ПТК, который наиболее полно отвечает решению практических задач [6]. Так, для рекреационных, мелиоративных, природоохранных и других проектов на республиканском и областном уровнях в качестве операционной единицы используются роды, подро́ды, виды ландшафтов или местности, группы урочищ. При этом рабочей основой служат ландшафтные карты 1 : 200 000–1 : 600 000. При разработке территориальных планировок административных районов, промышленных узлов, рекреационных зон, охраняемых территорий работы ведут на уровне видов ландшафтов или урочищ с использованием карт масштаба 1 : 25 000–1 : 100 000. Для детальных проектов планировки и застройки, например, населенных пунктов, рекреационных и мелиоративных объектов в качестве исходной единицы используют урочища и фации, закартографированные в масштабе 1 : 5000–1 : 10 000.

Содержание комплексных характеристик исходных операционных единиц зависит от практической направленности работ. В связи с этим изучение ПТК осуществляют на основе проработки *специальных нормативных и рекомендательных документов*.

Прикладное изучение ПТК основано на анализе их потенциала по многим показателям, относящимся к различным природным условиям и ресурсам. С этой целью необходимые параметры отобранных показателей привязывают, обрабатывают и картографируют по ПТК исходного

ранга. Так, при составлении карты агротехнологических свойств ПТК Белорусского Поозерья (рис. 12) М. Н. Брилевским был использован ряд количественных и качественных показателей, объединенных в несколько групп [2].

Первая группа – вертикальная дифференциация рельефа, определяющая величину *угла наклона* поверхности обрабатываемых полей ($\kappa_{\text{уг.н}}$). Вторая – контурность пахотных массивов: длина гона полей ($\kappa_{\text{д.г}}$), сложность и конфигурация ($\kappa_{\text{с.к}}$), плановая изрезанность полей препятствиями ($\kappa_{\text{изр.п}}$). Третья – характер почвообразующих пород, влияющих на энергоёмкость пахотных земель, удельное сопротивление почв механической обработке ($\kappa_{\text{уд.с}}$), каменистость ($\kappa_{\text{к}}$) и переувлажненность почв обрабатываемых полей ($\kappa_{\text{п}}$). Эти рассчитанные суммарные агротехнологические коэффициенты, отражающие влияние комплекса природных условий на производительность сельскохозяйственной техники, были положены в основу определения интегрального показателя агротехнологических свойств (τ) на уровне видов ландшафтов (табл. 9) .

Аналогичным образом выявляют степень воздействия природной обстановки на различные виды антропогенной деятельности. Метод сопряженного анализа природных и общественных явлений используют также для определения экологического состояния ПТК.

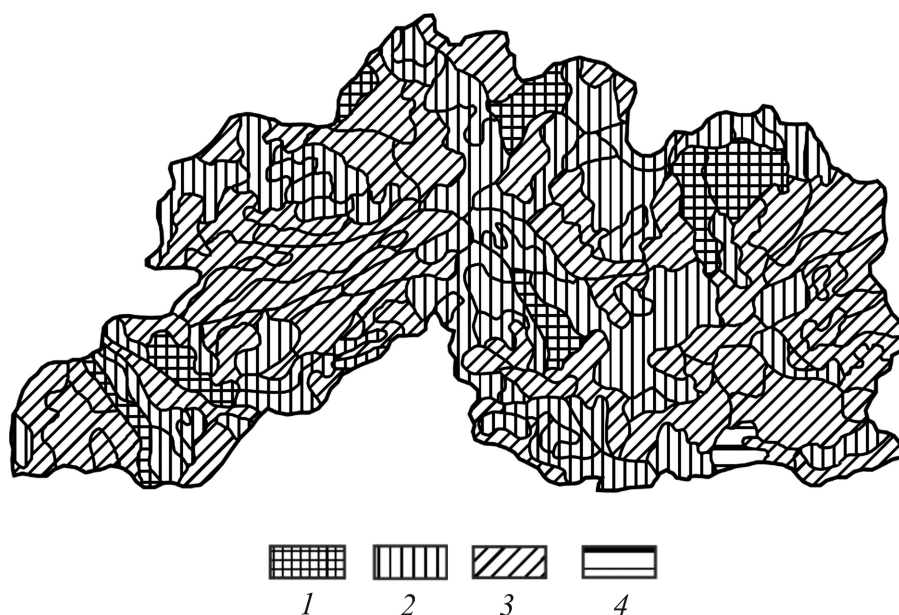


Рис. 12. Агротехнологические свойства ПТК Белорусского Поозерья (по М. Н. Брилевскому, 1992):
интегральный показатель агротехнологических свойств (τ),
усл. ед. (1 – $>1,61$; 2 – $1,51-1,60$; 3 – $1,41-1,50$; 4 – $<1,40$)

**Агротехнологические свойства ПТК Белорусского Поозерья и пути их улучшения
(по М. Н. Брилевскому, 1992)**

Группы ПТК	Интегральный показатель агротехнологических свойств (г)	Виды ландшафтов	Количество видов	Основные факторы, определяющие сложность механизированной обработки земель	Основные мероприятия по улучшению агротехнологических свойств ландшафтов
1	более 1,61	1, 2, 6, 12	4	Мелкоконтурность угодий, уклоны поверхности, каменистость, сложность конфигурации, переувлажненность	Комплексная мелиоративная реконструкция, гомогенизация почвенного покрова, ограничение сельскохозяйственного использования
2	1,51–1,60	3, 4, 5, 7, 13, 15, 20, 22, 25, 27, 28, 29	12	Мелкоконтурность угодий, изрезанность полей препятствиями, переувлажненность, удельное сопротивление плугу	Культуртехническая мелиорация, гидромелиорация, трансформация угодий
3	1,41–1,50	8, 9, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 26	12	Переувлажненность земель, удельное сопротивление плугу, мелкоконтурность	Гидромелиоративные мероприятия
4	менее 1,40	10	1	Сложность конфигурации, изрезанность полей препятствиями	Культуртехническая мелиорация, агротехнические приемы

Полученная таким образом информация о свойствах ПТК дает возможность перейти непосредственно к их *оценке*. Всякая оценка предполагает наличие объекта и субъекта. Объектом оценки в прикладных физико-географических исследованиях является ПТК. В качестве субъекта могут выступать технические средства и сооружения, различные предприятия и отрасли человеческой деятельности, хозяйство в целом и сами люди. В практике планирования и проектирования наиболее часто используют технологическую оценку. Под ней подразумевается степень пригодности ПТК для определенного вида хозяйственной деятельности человека (сельскохозяйственного, рекреационного, природоохранного и др.).

Оценка ПТК для различных целей имеет свою специфику. При оценивании ПТК используют как частные (в баллах), так и общие (интегральные) оценки, получаемые суммированием или перемножением баллов, иногда с введением коэффициентов. На основе объединения контуров ПТК по результатам их оценки составляют оценочную карту (рис. 13). Оформляют карту по «принципу светофора»: наиболее благоприятные условия показывают зеленым, неблагоприятные – красным, остальные – желтым и оранжевым цветами.

Работа по оценке ПТК тесно связана с *прогнозом* их состояния в связи с хозяйственным использованием в конкретном направлении. С учетом тенденций этих состояний разрабатывают рекомендации по рациональному использованию ПТК. Подобного типа исследования проводились географами БГУ на ряде мелиоративных объектов в связи с изучением трансформации ПТК под влиянием осушительной мелиорации. Основной единицей полевого картографирования и затем дальнейшего анализа были избраны природно-антропогенные урочища (ПАУ).

Осушительной мелиорации на объектах подверглись в основном озерно-болотные и озерно-аллювиальные ландшафты. Для этих относительно простых по своей структуре ПТК были характерны выровненный рельеф, сильная обводненность, торфяно-болотные почвы разной мощности, низинные травяные и лесные болота. После осушения на месте этих ПТК сформировались в основном сельскохозяйственные полевые и культурно-сенокосные ПАК, представленные 19 видами урочищ.

Распашка и сработка торфяно- и торфянисто-глеевых почв привели к возникновению в них постторфяных глееватых песчаных почв. В ряде мест обнажились многочисленные минеральные бугры. Эти деструктивные процессы способствовали снижению устойчивости комплексов, что вызвало их деградацию. В результате здесь появились сельскохозяйственные деградированные полевые и культурно-сенокосные ПАК.

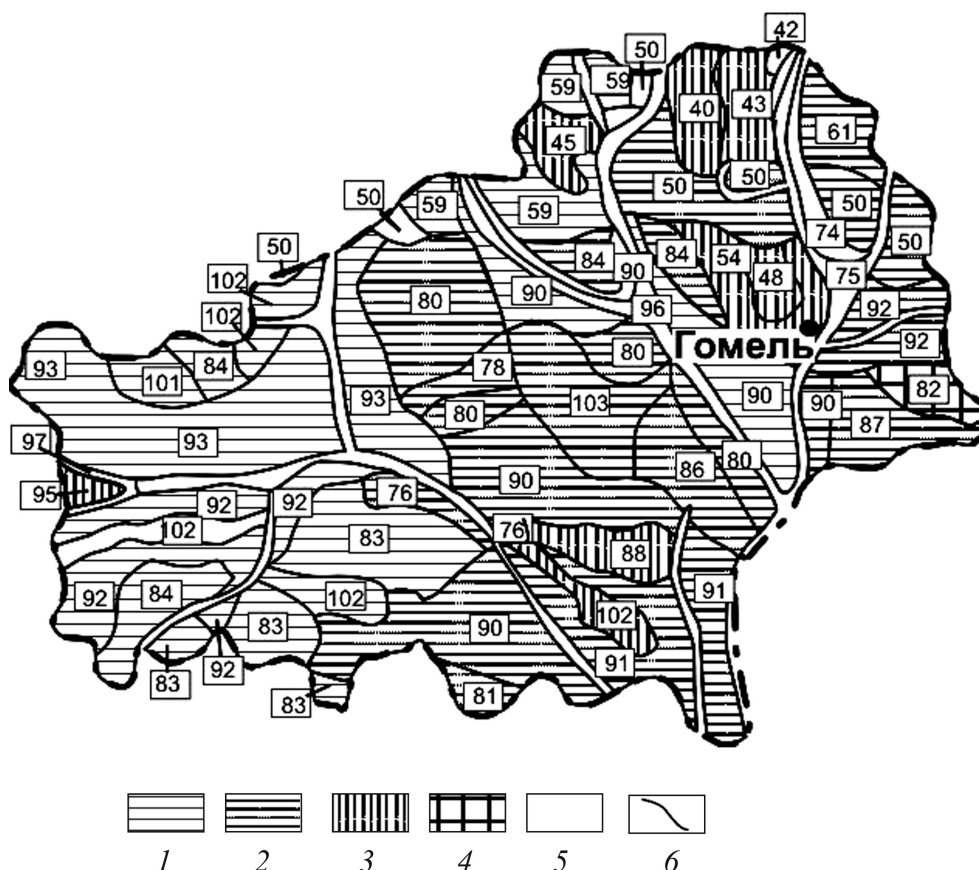


Рис. 13. Бонитировка ландшафтов Гомельской области для сельскохозяйственных целей (по Г. Т. Хараничевой, 1989):
 1 – менее 30 баллов; 2 – 31–40 баллов; 3 – 41–50 баллов;
 4 – более 50 баллов; 5 – ландшафты неанализируемых видов;
 6 – границы ландшафтов на уровне видов (номера видов ландшафтов соответствуют легенде ландшафтной карты Беларуси)

В целях нейтрализации таких негативных последствий группой географов во главе с В. С. Аношко были разработаны рекомендации по экологобезопасному использованию осушенных ПАК. В основу организации территории хозяйств были положены пять категорий осушенных земель, выделенных на основе группировки ПАУ с учетом их производственно-экологических особенностей (рис. 14).

Первая категория – наиболее продуктивные ПАК с относительно долговечными торфяными почвами (бонитет более 70 баллов); допускается кратковременное использование в севооборотах с зерновыми и травами, на отдельных участках – с травами, зерновыми и пропашными.

Вторая категория – среднепродуктивные ПАК с недолговечными торфяными почвами (балл бонитета 70–60); рекомендуются под многолетние травы, местами зерно-травяное использование.

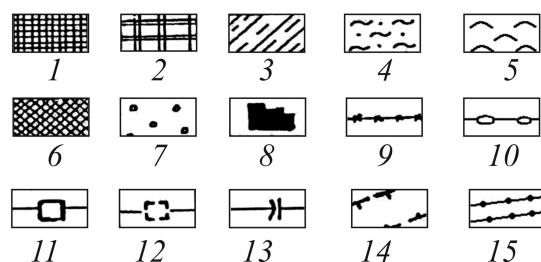
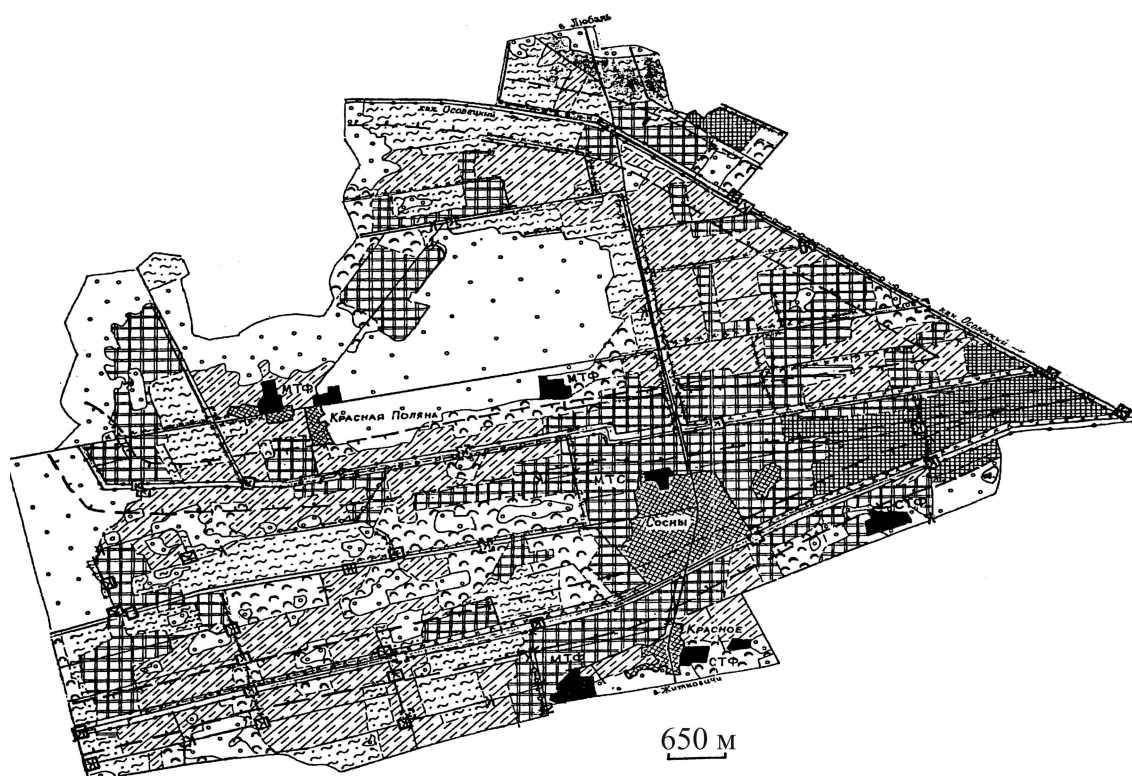


Рис. 14. Организация территории по экологобезопасному

использованию осушенных земель (по В. С. Аношко и др., 2000):

1, 2, 3, 4, 5 – эколого-производственные категории осушенных земель; 6 – населенные пункты; 7 – лесные массивы; 8 – источники загрязнения; 9 – существующие почвозащитные полосы; 10 – рекомендуемые почвозащитные полосы; 11 – существующие регулирующие сооружения (шлюзы); 12 – рекомендуемые регулирующие сооружения; 13 – переездные сооружения; 14 – водоохранные зоны; 15 – прибрежные водоохранные полосы

Третья категория – средне- и низкопродуктивные ПАК с контрастными по свойствам и плодородию почвами (балл бонитета 60–40); использовать под многолетние травы; дерновые заболоченные почвы и торфяные с мощностью менее 0,5 м – под травы из злаковых и бобовых.

Четвертая категория – низко, очень низко, реже среднепродуктивные ПАК, резко изменяющиеся, с бонитетом почв 40–30 баллов; требуют

внесения высоких доз органических удобрений и оптимизации водного режима; использовать под многолетние травы с применением бобовых.

Пятая категория – низкопродуктивные ПАК, с бонитетом почв менее 30 баллов, часто с глубоким уровнем грунтовых вод; использовать для выращивания нетребовательных к почвам сельскохозяйственных культур, под выпас, отдельные участки под облесение.

Структура и содержание разделов отчета

Систематизация полученных данных исследования, их анализ и интерпретация излагаются в форме отчета. Структура отчета зависит от конкретных целей и задач исследования. В каждом отдельном случае она может иметь свои специфические особенности. Тем не менее основные структурные элементы отчета, принятые в научных и научно-производственных организациях, включают: титульный лист, список исполнителей, реферат, содержание, нормативные ссылки, определения, обозначения и сокращения, введение, основная часть, заключение, список использованных источников, приложения. Обязательные структурные элементы выделены другим шрифтом.

Реферат должен содержать сведения об объеме отчета, о количестве иллюстраций, таблиц, приложений, частей отчета, использованных источников; перечень ключевых слов; текст реферата.

Определения – перечень определений, необходимых для уточнения или установления терминов, используемых в отчете.

Введение должно содержать оценку современного состояния решаемой проблемы, основные и исходные данные для разработки темы, обоснование необходимости проведения исследования, сведения о планируемом научном уровне разработки и т. д. Должны быть показаны актуальность и новизна темы, связь работы с другими научно-исследовательскими разработками.

Основная часть содержит данные, отражающие сущность, методику и основные результаты выполненной исследовательской работы: делится на разделы, подразделы и пункты. Разделы и подразделы обязательно должны иметь заголовки.

Названия разделов традиционны для комплексных физико-географических исследований. Если содержание работы выходит за рамки картографирования ПТК, вводят дополнительные разделы, отражающие специфическую часть исследования, например ландшафтно-геохимические исследования; функционирование ПТК и др.

1. *Состояние изученности проблемы и методика исследований.* В подразделе 1.1 приводят аналитический обзор ранее выполненных работ, включающий обоснование направления исследования. В подразделе 1.2 обозначают объект и предмет исследования; дают организационную схему выполненных работ, описание методов изучения ПТК на всех этапах. Помещают карту фактического материала с указанием различных видов выполненных работ.

2. *Факторы физико-географической дифференциации территории.* Указывают географическое положение и особенно – положение района исследования в системе единиц ландшафтного районирования. Анализируют особенности геологического строения, рельефа, климата, вод, почв, растительности, выявляют взаимосвязи между ними. Осмысливают роль каждого из компонентов в формировании и обособлении ПТК.

3. *Природные территориальные комплексы.* Раскрывают принципы выделения и классификации ПТК. Освещают методику составления карт типологических и региональных комплексов. Приводят обобщенную схему ландшафтной структуры территории.

4. *Типологические комплексы.* Раскрывают своеобразие вертикальной и горизонтальной структуры основных классификационных единиц ранга ландшафтов (или урочищ), выявляют закономерности их территориальной дифференциации. Отмечают особенности хозяйственного использования ПТК, их антропогенную измененность и геоэкологическое состояние. Если исследованиями было предусмотрено изучение ПАК, то их характеристику выделяют в отдельный раздел.

5. *Региональные комплексы.* Характеризуют ПТК регионального уровня: ландшафтные провинции, районы. Выявляют отличительные особенности их структуры. Отмечают влияние этих особенностей на хозяйственное использование регионов.

Результаты прикладных исследований излагают в самостоятельном разделе с примерным названием: «Оценка ПТК (ПАК) для сельскохозяйственных (рекреационных, мелиоративных и др.) целей».

Заключение содержит краткие и четко сформулированные выводы исследований, разработку рекомендаций по конкретному использованию результатов выполненной работы.

Список использованных источников содержит сведения об источниках, которые располагают в порядке появления ссылок на них в тексте отчета.

В *приложениях* содержится фактический материал, не вошедший в основной текст отчета: таблицы, карты, диаграммы, графики, фотографии, зарисовки, образцы отдешифрованных АС и КС, бланков описаний точек наблюдений.

Текст отчета размножают в нужном количестве и переплетают. Карты к нему выполняют в красочных вариантах. Законченный отчет рецензируется, а затем представляется к защите.

Литература

1. Арманд, Д. Л. Наука о ландшафте / Д. Л. Арманд. М. : Мысль, 1975. 286 с.
2. Белорусское Поозерье : анализ эколого-мелиоративного состояния. Минск : Университетское. 1992. 156 с.
3. Видина, А. А. Методические указания по полевым крупномасштабным исследованиям / А. А. Видина. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1962. 120 с.
4. Дистанционное картографирование природной среды / А. А. Ковалев [и др.]. Минск : Ин-т геол. наук Беларуси, 1995. 175 с.
5. Еловичева, Я. К. Геохронологические методы исследования / Я. К. Еловичева. Минск : БГУ, 2003. 126 с.
6. Исаченко, Г. А. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование / Г. А. Исаченко. СПб. : Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1998. 112 с.
7. Исаченко, А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований / А. Г. Исаченко. Л. : Наука, 1980. 222 с.
8. Клицунова, Н. К. Методы географических исследований : практикум для студентов геогр. фак. спец. 1-31 02 01 «География» / Н. К. Клицунова, Т. А. Федорцова, А. Н. Решетникова. Минск : БГУ, 2005. 73 с.
9. Ландшафтная карта БССР. Масштаб 1 : 600 000. М. : Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1984.
10. Ландшафты Белоруссии. Минск : Университетское, 1989. 238 с.
11. Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение / Г. И. Марцинкевич. Минск : БГУ, 2007. 206 с.
12. Нацыянальны атлас Беларусі. Мінск : «Белкартаграфія» Камітэта па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь, 2002.
13. Николаев, В. А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов / В. А. Николаев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1978. 63 с.
14. Николаев, В. А. Ландшафты азиатских степей / В. А. Николаев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1999. 288 с.
15. Обуховский, Ю. М. Аэрокосмические исследования ландшафтов Беларуси / Ю. М. Обуховский, В. Н. Губин, Г. И. Марцинкевич. Минск : Навука і тэхніка, 1994. 175 с.
16. Полевая и лабораторная практика по почвоведению. Минск : БГУ, 2003. 151 с.
17. Хрусталева, М. А. Аналитические методы исследований в ландшафтоведении : учеб. практикум / М. А. Хрусталева. М. : Техполиграфцентр, 2003. 88 с.

Глава 3

ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

3.1. ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основные понятия геохимии ландшафта

Под функционированием геосистемы следует понимать совокупность всех процессов перемещения, обмена и трансформации вещества, энергии и информации в ней. Механизмы функционирования ПТК определяются законами механики, физики, химии и биологии.

По А. Г. Исаченко [9], единый процесс функционирования ПТК можно расчленить на несколько основных звеньев:

- поглощение, передача и трансформация солнечной энергии;
- влагооборот, состоящий из многих частных звеньев и сопровождаемый формированием растворов, миграцией химических элементов, эрозией и другими процессами;
- газооборот и газообмен, сопровождаемый переносом тепла, влаги и минерального вещества;
- биологический метаболизм с его многообразными географическими следствиями;
- абиогенные потоки твердого вещества.

Такое расчленение процесса функционирования ПТК весьма условно и служит необходимым методическим приемом для проведения научных работ в определенном направлении. Среди них особое место занимают ландшафтно-геохимические и ландшафтно-геофизические исследования.

Совместное использование методов геофизики и геохимии ландшафта с традиционными методами ландшафтного профилирования и картографирования способствует всестороннему изучению ПТК и их функ-

ционирования, выявлению прямых и обратных связей с другими природными комплексами, а также антропогенными объектами.

Ведущий химический метод изучения ландшафтов – сопряженный анализ.

Сопряженный анализ – это специфический метод исследования в геохимии ландшафта, заключающийся в одновременном изучении химического состава всех компонентов ландшафта (горных пород, коры выветривания, поверхностных и подземных вод, почв, растительности) и последующем сравнении полученных результатов между собой как в пределах одного элементарного ландшафта, так и смежных с ним.

Методологической базой геохимии ландшафтов является системный подход. По уровням организации и тесноте связей среди ландшафтно-геохимических систем (ЛГС) выделяют элементарные и сложные (каскадные) [12].

Понятие *элементарный ландшафт* (ЭЛ), или элементарная ландшафтно-геохимическая система (ЭЛГС), примерно соответствует фации у ландшафтоведов. Следуя учению Б. Б. Полынова, выделяют три основных типа ЭЛ.

Элювиальные (автономные) ландшафты приурочены к поверхности водораздельных пространств с глубоким залеганием грунтовых вод. Вещество и энергия поступают в них из атмосферы. В понижениях рельефа образуются подчиненные – *супераквальные* (надводные) и *субаквальные* (подводные) – ЭЛ, в которые с водоразделов сносятся продукты почвообразования и выветривания (рис. 15).

К переходным формам элювиальных ЭЛ М. А. Глазовская относит *трансэлювиальные* (ландшафты верхних частей склонов), *трансакумулятивные* (нижних частей склонов и сухих ложбин), *аккумулятивно-элювиальные* (местных замкнутых понижений с глубоким уровнем грунтовых вод). Супераквальные она делит на *транссупераквальные* и *собственно супераквальные* (замкнутых понижений со слабым водообменом), а субаквальные – на *трансаквальные* (реки, проточные озера) и *аквальные* (непроточные озера). Ряд сменяющих друг друга ЭЛ от водораздела до водоема, образующих единое целое, Б. Б. Полынов назвал *геохимическим ландшафтом*.

Элементарные ландшафты с однонаправленными потоками вещества образуют каскадные системы. *Каскадные ландшафтно-геохимические системы* (КЛГС) – это такие парагенетические ассоциации ЭЛГС, целостность которых определяется потоками вещества, энергии и информации от верхних гипсометрических уровней рельефа к нижним. Наиболее просто организованной каскадной системой является закономерное сочетание ЭЛ на склоне – *катена*. Выделяют КЛГС *локальные*, совпадающие с водосборами первого и второго порядков, и *региональные* – всех прочих размерностей.

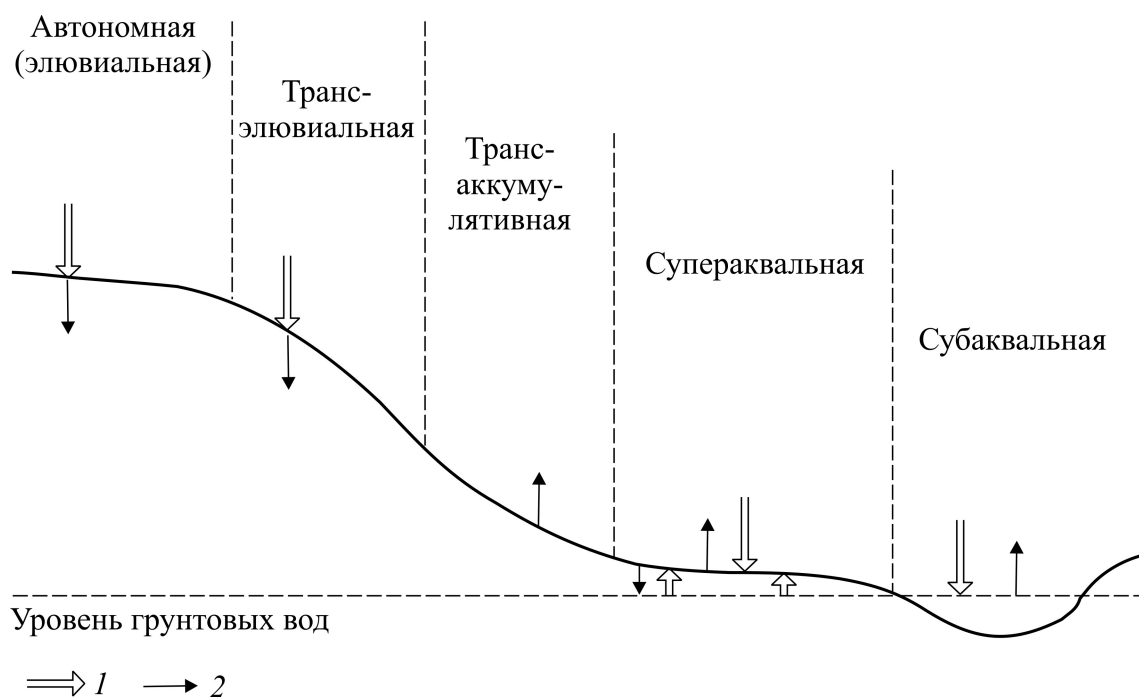


Рис. 15. Сопряженный ряд элементарных ландшафтов
(по Б. Б. Полюнову, 1956, и М. А. Глазовской, 1964, 2002)
или ряд фаций (по В. К. Жучковой и Э. М. Раковской, 2004):

1 – поступление вещества в геосистему из атмосферы, грунтовых вод;
2 – вынос вещества из геосистемы в атмосферу, грунтовых вод с поверхностным стоком

В ландшафтно-геохимических исследованиях используют различные показатели. Абсолютное содержание химических элементов в ландшафтах, их компонентах, ярусах и отдельных элементах выражают *кларками* и *местными кларками*. Относительное распределение элементов в изучаемых объектах в целях их сопоставления друг с другом анализируют посредством геохимических *коэффициентов*. Методика расчета этих показателей рассмотрена Н. С. Касимовым [7].

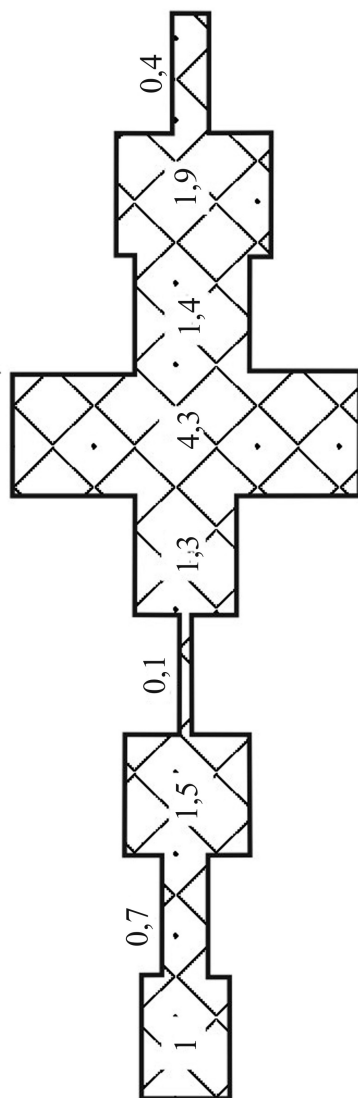
Различным ЛГС присущи свои местные, провинциальные и зональные особенности. Для целостной характеристики фоновое состояние элементарных и каскадных ЛГС используют понятие *фоновая геохимическая структура*. Она складывается из радиальной и латеральной структур, характеризующих соответственно вертикальную и горизонтальную дифференциацию ландшафтов (рис. 16).

Ландшафтно-геохимический анализ территории начинают с изучения геохимической дифференциации вертикального профиля ЭЛ. При этом ЭЛ рассматривают как достаточно сложные системы, состоящие из радиально взаимодействующих подсистем типа порода – почва, почва – растения, почва – воды, атмосфера – растения – почва и др. В связи с этим *радиальную геохимическую структуру* ландшафта характеризуют рядом геохимических коэффициентов (*R*-анализ).

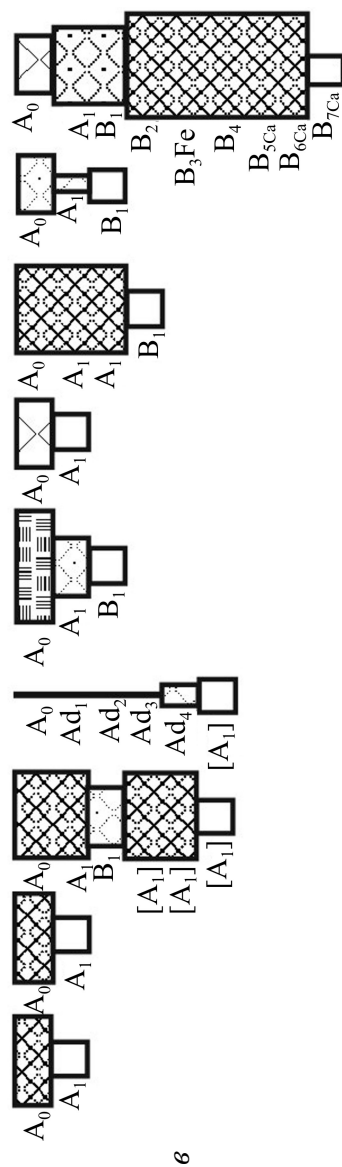
Элювиальный ландшафт		Транс-элювиальный ландшафт	Трансаккумулятивный ландшафт	Аккумулятивный ландшафт				
				пойма				
водораздел	терраса	склон террасы (верх)	склон террасы (низ)	центральное повышение	центральное понижение	центральное повышение	центральное понижение	прирусловая

а

б



Коэффициент латеральной дифференциации	
$L < 1$	Степень контрастности $L > 1$
1–0,5	слабая
0,5–0,1	средняя
	2–9



в

Коэффициент радиальной дифференциации	
$R < 1$	Степень контрастности $R > 1$
1–0,5	слабая
0,5–0,3	средняя
0,3–1	сильная
$< 0,1$	очень сильная
	1–2
	2–5
	5–10
	> 10

Рис. 16. Соотношение радиальной и латеральной миграции цезия-137 в почвах долины р. Сож (по Л. Н. Рябовой и др., 2002):
а – структура ландшафтно-геохимической катены; б – латеральная контрастность (L – коэффициент латеральной контрастности);
в – радиальная контрастность (R – коэффициент радиальной дифференциации)

Коэффициент радиальной дифференциации – отношение содержания (валового или подвижного) химического элемента в генетическом горизонте почвы к содержанию его в почвообразующей породе.

Коэффициент биологического поглощения – сопоставление содержания элемента в золе растений с его содержанием в горной породе, почве.

Коэффициент водной миграции – отношение содержания элемента в минеральном остатке воды к его содержанию в водовмещающих породах.

Таблица 10

Геохимические барьеры в ландшафтах (по И. А. Авессаломовой, 1987)

Типы геохимических барьеров	Класс барьера	Элементы, накапливающиеся на барьере	Местонахождение в ландшафтах
Биогеохимические	Фитобарьер	C, O, H, N, J, Ca, K, P, B, Sr, Mn и др.	Растительный ярус
	Биогеохимический	Ca, K, P, B, Sr, Mn, Ni, Co и др.	Гумусовые горизонты, торф
Физико-химические	Кислородный (окислительный)	Fe, Mn	Верхние горизонты дерново-глеевых почв и т. п.
	Восстановительный глеевый	U, V, Cu	Краевые зоны болот в тайге
	Восстановительный сероводородный	Ni, Co, Hg, Zn, Pb, Cu	В нижней части солончаков у границы гидроилитового горизонта
	Щелочной	Fe, Ca, Mg, Mn, Ba, Sr, Zn, Cu, Ni, Co, Pb	Контакт силикатных и карбонатных пород
	Кислый	Si, Mo, Ge	По краям березовых колков
	Испарительный	Ca, Na, K, F, Cl, S, Sr, Zn и др.	Солончаки, соляные озера, засоленные почвы
	Сорбционный: отрицательные коллоиды*	Ca, K, Mg, Pb, Zn, Ni, Cu, Co	Гумусовые горизонты, иллювиальные горизонты, краевые зоны болот
	положительные коллоиды	P, S, V, Cr, Mo	Влажные тропики
Механические	Термодинамический	Кальцит в форме известковых туфов	Выходы карстовых вод, ключей
		Au, Pt, Sn, Ti, алмазные россыпи	Места изменения скорости течения в реках

*Отрицательные коллоиды – гумус, глинистые минералы, гидроокислы Mn; положительные – гидроокислы Al и Fe.

Для установления основных особенностей *латеральной геохимической структуры* (L-анализ) территории базовым являются локальные каскадные системы – ландшафтно-геохимические катены.

В зависимости от сложности литогенного субстрата катены делят на *монокатенные* (однородные по составу и генезису) и *гетерокатенные* (разнородные). Монокатенные локальные катены наиболее удобны для изучения латеральной миграции в КЛГС, характеризуемой с помощью *коэффициента латеральной дифференциации*. Это отношение содержания элементов в минеральных горизонтах почв и коре выветривания (рыхлых наносов) геохимически подчиненного элементарного ландшафта к его содержанию в тех же горизонтах автономного ландшафта. На монокатенных катенах изучают суточные, сезонные, годовые и более длительные по срокам наблюдения химические процессы. Использование гетерокатен позволяет выполнить ландшафтно-геохимическое районирование.

Важнейшим фактором дифференциации веществ в ландшафтах являются *геохимические барьеры* – участки, где на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов и, как следствие, их концентрации. По направленности миграционного потока различают барьеры *радиальные* и *латеральные*. По типам миграции элементов выделяют барьеры *природные* (биохимические, физико-химические, механические) и *техногенные* [1]. В комплексных физико-географических исследованиях, как и в геохимии ландшафта, особое внимание уделяют физико-химическим барьерам (табл. 10).

Организация исследований

Применительно к комплексным физико-географическим исследованиям метод сопряженного геохимического анализа позволяет выявить характерные для каждого ПТК химические элементы и проследить их миграцию как внутри комплекса, так и от одного комплекса к другому.

Наиболее приемлема организация таких исследований на уровне *ландшафтных катен*. Это ряд закономерно сменяющих друг друга морфологических частей ландшафта (фаций, подурочищ, урочищ, местностей) от водораздела вниз по склону к его подножию и до ближайшего водоприемного объекта, связанных однонаправленным потоком вещества и энергии. По существу, это комплексное физико-географическое профилирование, позволяющее изучить катенарно сопряженные ПТК.

Пробы для химических анализов отбирают из атмосферных осадков, вод почв, растений на заранее выбранных эталонных ландшафтных катенах в пределах ЭГС по специальным методикам. Отбор образцов может иметь маршрутный, полустационарный и стационарный характер. Обработку образцов производят в лабораторных условиях с использованием хи-

мических, физических, физико-химических методов и современной аппаратуры [14].

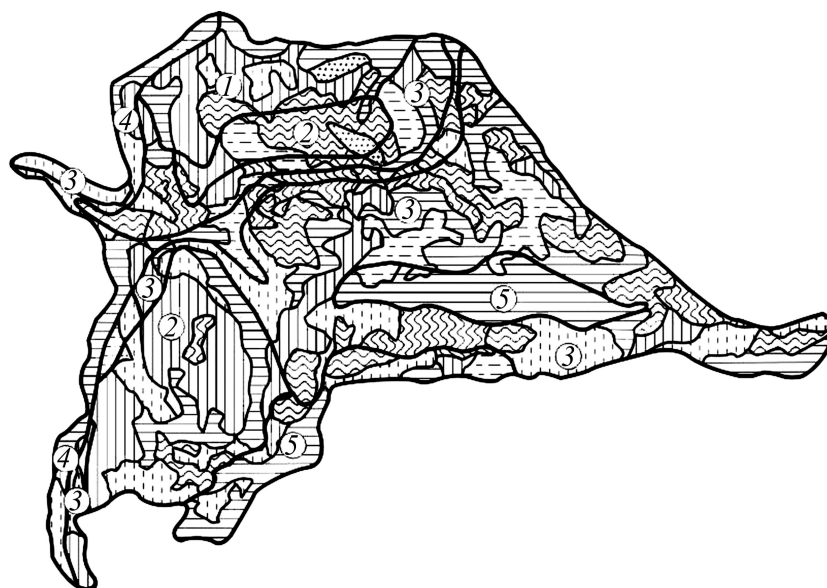
Результаты аналитических исследований образцов – массовые данные содержания химических элементов в компонентах ПТК. На этапе обработки и систематизации полученного фактического материала используют математические методы с вычислением различных коэффициентов, процентного содержания, составляют таблицы, строят графики и диаграммы. Итоги исследования приводятся в виде карт, профилей, разнообразных графических материалов, текстовых характеристик. Одним из примеров таких работ может служить изучение геохимической дифференциации ландшафтов Брестского Полесья, выполненное А. В. Таранчук.

Объект исследования – ПТК ранга родов ландшафтов, *предмет исследования* – процессы миграции, дифференциации и аккумуляции химических элементов и формирования геохимической структуры ландшафтов. Исследования проводились в пределах типичных катен для каждого рода ландшафтов с отбором образцов почв, растений, поверхностных и грунтовых вод.

Разнообразие природных условий изучаемого региона наиболее четко выражено на уровне родов ландшафтов (см. рис. 7). ПТК этого ранга различаются особенностями рельефа, почвенного и растительного покрова, условиями увлажнения, а также типами и соотношением элементарных ландшафтов.

Геохимические особенности типичных ландшафтов выражены суммарными показателями – *геохимическими индексами* почв, вод, растительности. Вторично-моренный ландшафт характеризуется накоплением S, P, Ca в почвах, K, Cl, Na – в водах, B, Cu, Co – в растительности. Во вторичном водно-ледниковом ландшафте отмечается концентрация S и P в почвах, Cl, Na, S – в водах, Mn, Cu, N – в растительности. Специфика аллювиально-террасированного ландшафта заключается в накоплении Mn в почвах, K, Na, Cl – в водах, Mn, Cu – в растительности. В пойменном ландшафте наблюдается накопление Ca в почвах, K, Cl, S – в водах, Mn, Cu, Co, Mo – в растительности. Озерно-болотный ландшафт отличается концентрацией P, S в почвах, K, S, Na – в водах, N, Zn, Cu, Co, Mo, B, Mn – в растительности. В соответствии с формулой суммарного геохимического показателя во всех ландшафтах отмечается тенденция выноса элементов из почвы и накопление их в водах и растительности.

Радиальные барьеры представлены в каждом роде ландшафтов Брестского Полесья сочетанием нескольких комплексов (рис. 17). С ними связаны формы миграционных аккумулятивных процессов в системе «почва – вода – растение». Они являются факторами накопления – осаждения продуктов антропогенной деятельности и основной формой защиты почвенно-грунтовых вод от загрязнения.



Условные обозначения

Барьеры

	Биогенно-окислительный		Биогенно-нейтрально-восстановительно-глеевый
	Биогенно-восстановительно-сорбционный		Биогенно-механическо-восстановительно-глеевый
	Биогенно-восстановительно-глеевый		Биогенно-окислительно-механический
	Биогенно-нейтрально-механическо-восстановительно-глеевый		Биогенно-нейтрально-сорбционно-восстановительно-глеевый

Ландшафты

- | | |
|-------------------------------|-------------------|
| ① Вторично-моренный | ④ Пойменный |
| ② Вторичный водно-ледниковый | ⑤ Озерно-болотный |
| ③ Аллювиально-террасированный | |

———— Границы барьеров

———— Границы ландшафтов

Рис. 17. Радиальные геохимические барьеры в ландшафтах Брестского Полесья (по А. В. Таранчук, 2000)

Распространенность латеральных геохимических барьеров отличается следующими особенностями. *Механический* барьер характерен для всех ландшафтов, кроме озерно-болотного. *Сорбционный* барьер наиболее выражен в озерно-болотном и пойменном ландшафтах. *Кальциевый* барьер действует при наличии карбонатных пород. *Биогеохимический* барьер

проявляется во всех ландшафтах. Густота сети барьеров существенно изменяется по родам ландшафтов: от 0,23 в пойменном до 0,48 км/км² в аллювиально-террасированном. Выявленная геохимическая дифференциация ландшафтов позволяет дать экологическую оценку ПТК относительно концентрирования или выноса химических элементов. Карты геохимических барьеров могут быть использованы для разработки мероприятий по оптимизации химического состава почв, вод, растительности, а также условий жизни человека в ландшафтах.

Синтез традиционных ландшафтных и геохимических методов исследований используют для составления *ландшафтно-геохимических и экологических карт*. Ландшафтная карта характеризует инвариантную составляющую ПТК, и в этом смысле она может рассматриваться как карта статики ландшафта. Для картографирования динамических свойств, в частности процессов миграции химических элементов и загрязняющих веществ, на основе ландшафтной карты выделяют ландшафтно-геохимические системы, характеризующиеся однотипными процессами миграции.

Этот методический прием был использован при реализации международного проекта «Радлан», осуществлявшегося в загрязненных радионуклидами районах России, Украины и Беларуси.

На модельном участке северо-восточной части Гомельской области географами БГУ Н. К. Клицуновой и А. Н. Мотузко первоначально была составлена картографическая модель ПТК масштаба 1 : 200 000, на которой обозначено 45 видов урочищ. В дальнейшем при проектировании ландшафтно-геохимической карты (авторы Н. Н. Петухова, Я. И. Аношко, С. Л. Романов) эти урочища были сгруппированы в 17 разнотипных ПТК и отнесены к доминирующему в площадном отношении типу элементарного ландшафта: элювиальному (с преобладанием выноса), транс-элювиальному (с преобладанием транзита), супераквальному (с преобладанием аккумуляции), субаквальному (внепойменному), субаквальному (пойменному). Каждый из этих комплексов в развернутой легенде карты охарактеризован по нескольким группам параметров (морфометрическим, почвенно-агрохимическим, геоботаническим, физико-химическим, миграции химических элементов и радионуклидов).

Это дает возможность отнести конкретный участок изучаемого региона к определенному типу геохимического ландшафта, установить скорость, направление, условия выноса и накопления химических элементов, в том числе тяжелых металлов и радионуклидов, в почвах и растениях. Составленная таким образом карта позволяет прогнозировать перераспределение химических элементов в природных комплексах, выделить в них зоны вторичной аккумуляции и рассеяния, геохимические барьеры, ареалы возможного загрязнения почв, грунтовых вод и растительности, т. е. служить основанием для принятия практических решений по минимизации последствий аварии на ЧАЭС.

3.2. ЛАНДШАФТНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучение процессов функционирования ПТК методом балансов

У истоков формирования геофизического метода в комплексных физико-географических исследованиях стояли А. А. Григорьев, М. И. Будыко и Д. Л. Арманд. Первоначально метод был применен для исследования энергообмена в таких крупных ПТК, как природные зоны. Использование метода для изучения ПТК локального уровня потребовало получения необходимой информации путем организации в них стационарных инструментальных и других наблюдений.

В настоящее время прослеживаются два относительно самостоятельных методических подхода к геофизическим исследованиям ПТК.

Составление балансов – одно из наиболее эффективных средств исследования круговорота вещества и энергии (массоэнергообмена), участвующих в создании структуры ПТК и характеризующих его функционирование. Оно основано на сопоставлении количества вещества и энергии, поступающих в ПТК, трансформирующихся в нем и уходящих из него. Балансы подсчитывают как для ПТК в целом, так и для его отдельных компонентов. Система показателей – балансовые уравнения – средства физических описаний ПТК.

В комплексных физико-географических исследованиях традиционно используют уравнения нескольких балансов.

Радиационный баланс – сумма прихода и расхода потоков радиации поглощаемой и излучаемой атмосферой и земной поверхностью.

Тепловой баланс – сумма потоков тепла, приходящих на земную поверхность и уходящих от нее.

Водный баланс – соотношение прихода, расхода и аккумуляции воды на определенном пространстве.

Баланс биомассы – количество живого вещества растений, животных и микроорганизмов, находящееся в пределах ПТК.

Для изучения физических свойств ПТК используется различная аппаратура. Определение радиационного баланса базируется на показаниях актинометра, альбедометра, балансомера, которые работают в паре с гальванометром. Тепловой баланс изучается с помощью испарителей, почвенных дождемеров, осадкомеров и других приборов. В связи с исследованием водного баланса создаются стоковые площадки, на которых устанавливаются испарители, нейтронные индикаторы влажности, лизиметры, инфильтрометры, почвенные дождемеры и другая аппаратура. В целях подсчета баланса биомассы отбираются пробы для всех организмов в

целом, растительности и животного мира, отдельных частей фитоценозов (подземной и надземной) и др.

Методика расчетов балансовых уравнений, а также роль различных балансов в изучении функционирования ПТК подробно освещены К. Н. Дьяконовым [7], а также В. К. Жучковой и Э. М. Раковской [8].

Последовательность операций, основанных на методе балансов, включает следующие виды работ: 1) составление предварительного списка статей прихода и расхода; 2) выяснение ареалов и сроков действующих факторов, нанесение их на карту, профиль, диаграмму и т. п.; 3) измерение значений каждого фактора; 4) подсчет баланса, выявление тенденции изменения ПТК.

Изучение балансов может вестись для ПТК любых рангов. Поскольку ПТК – открытые системы, при подсчете их балансов изучают процессы не только внутри их, но и процессы обмена с окружающими геосистемами. Для решения экологических проблем выявляют не только балансы природного вещества и энергии, но и балансы, включающие продукты антропогенной деятельности.

Выявление состояний ПТК

При исследовании ПТК важно получить временный срез его функционирования, отражающий *состояние* геокомплекса в данный момент. Каждое такое состояние характеризуется определенным набором процессов, их интенсивностью и длительностью. *Состояние ПТК* – это упорядоченное соотношение его структуры и функций в определенный промежуток времени.

Состояние ПТК описывается не очень строгим набором характеристик. Они подразделяются на «входные» воздействия (солнечная радиация, температура воздуха, осадки и др.) и «выходные» показатели (испарение, сток, затраты тепла на турбулентный теплообмен, глубина залегания почвенных вод, температура почвы, фитопродукция, степень оглеения). Выделяют временную иерархию состояний – *внутрисуточные, сезонные, годовые, внутривековые*. Разновременные состояния по общности функционирования объединяют в типологические группы – классы, типы, роды, виды.

При изучении функционирования ПТК на локальном уровне особое внимание уделяют *кратковременным состояниям внутригодового цикла*. С внутригодовыми состояниями связана *устойчивость* ПТК – свойство сохранять свою структуру и характер функционирования при изменяющихся условиях среды. Устойчивость в аспекте функционирования ПТК

отражает, прежде всего, его *динамику* через смены разновременных состояний, которые изучают различными методами.

Структурно-функциональный метод исследования состояний ПТК разработан Н. Л. Беручашвили [4, 5] на Марткопском стационаре Тбилисского университета. Суть метода состоит в изучении вертикальной структуры ПТК и тенденций ее изменений. Объектом исследования являются *стексы* – суточные состояния и функционирования ПТК ранга фаций. В качестве структурных частей фаций выделяют не компоненты природы, как это принято, а *геомассы* и *геогоризонты*. Они рассматриваются как системообразующие элементы вертикальной структуры ПТК.

Геомассы – элементарные структурно-функциональные части ПТК, выделяемые по однородности агрегатного состояния, близким значениям массы и специфическому функциональному назначению. Различают аэромассы (*A*), фитомассы (*P*), зоомассы (*Z*), мортмассы (*M*), педомассы (*S*), литомассы (*L*), гидромассы (*H*). Изменение геомасс во времени характеризует функционирование ПТК и смену его состояний. Основные параметры состояния геомасс – термический режим и условия увлажнения – изучаются физическими методами.

Геогоризонты – сравнительно однородные слои в вертикальном профиле ПТК, характеризующиеся специфическим набором и соотношением геомасс. Геогоризонты выделяют визуально с помощью метода зарисовок (рис. 18). Затем приступают к *индексации* геогоризонтов. Заглавными буквами пишутся классы геомасс (лито-, педо-, фито-, зоо-, гидро- и аэромассы). Они не разделяются запятой, тогда как индексы более дробных подразделений – типов и родов геомасс, которые состоят из одной или двух строчных букв, – пишутся в пределах соответствующих классов и разделяются запятыми. В формуле геогоризонта классы геомасс располагаются в порядке уменьшения их массы. Это же правило соблюдается для типов и родов геомасс. При этом индекс класса, встречающегося второй раз, опускается, а индекс его типа отделяется от предыдущего типа запятой. В конце формулы ставятся цифры, обозначающие верхнюю и нижнюю границы геогоризонта в метрах.

Набор геогоризонтов в вертикальном профиле ПТК за сутки характеризует определенный стекс. Стексы выделяют с учетом трех групп признаков.

По *термическим условиям* различают морозные, очень прохладные, прохладные, умеренно теплые, теплые и жаркие стексы. По *условиям увлажнения* стексы подразделяют на экстрагумидные, гумидные, семигумидные, семиаридные, аридные. *Тенденции изменения вертикальной структуры* ПТК характеризуются такими признаками, как зимняя стабилизация вертикальной структуры, летняя стабилизация, создание структуры, упрощение структуры, разрушение структуры.

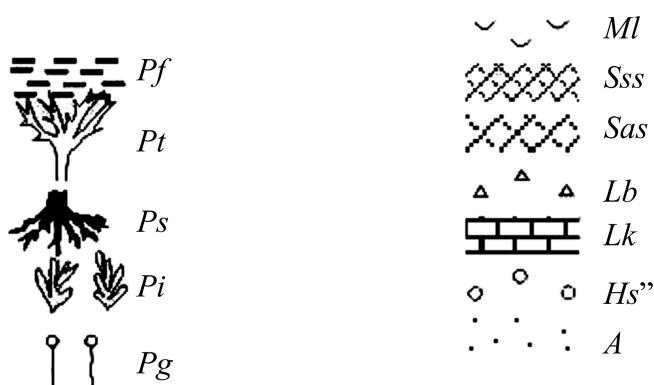
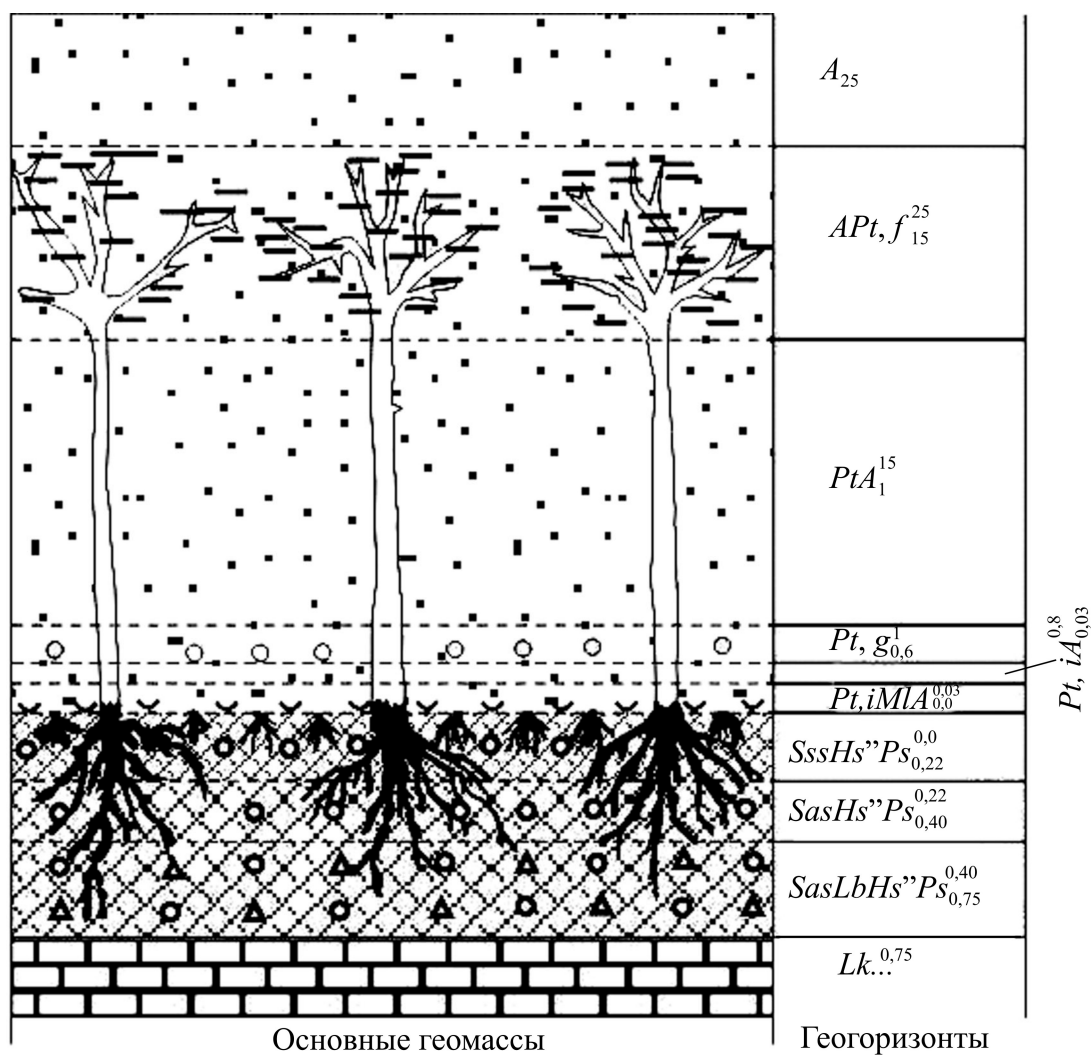


Рис. 18. Зарисовка вертикального профиля ПТК (по Н. Л. Беручашвили, 1997): Pf – фитомасса однолетних листьев древесно-кустарниковых растений; Pt – транспортно-скелетные органы; Ps – корни с проективным покрытием; Pi – листья и стебли травянистых растений; Pg – генеративные органы; ML – мортмасса подстилки; Sss – педомасса среднесуглинистая; Sas – педомасса тяжелосуглинистая; Lb – выветрелые литомассы; Lk – карбонатные литомассы; Hs'' – почвенные гидромассы; A – аэромассы

Синтез этих групп признаков позволяет составить интегральное название стекса. Например, стекс стабилизации структуры, умеренно теплый, влажный, осенний. При этом обязательно указывают ПТК, в котором наблюдается стекс. Для индикации стексов используют латинские буквы, цифры и графические обозначения.

Стексы картографируют при стационарных, экспедиционных маршрутных и аэровизуальных исследованиях. Имея ландшафтную карту, при помощи индекса стекса можно создать динамические карты, показывающие изменение распространения разных состояний ПТК на локальном и региональном уровнях.

Для исследования динамики ПТК важно знать не только их внутригодовые, но и многолетние состояния, причем в пределах всех морфологических частей ландшафта. На этом принципе основана методика выявления состояний, используемая географами МГУ при изучении динамики ландшафтов. Согласно И. И. Мамай [11], внутригодовые и многолетние состояния ПТК образуют единую соподчиненную систему состояний, ранжированную с учетом сроков их длительности (табл. 11).

Метод выявления разных таксономических рангов состояний ПТК на уровне фаций, урочищ, ландшафтов опирается на полевые и камеральные исследования. Полевые работы включают стационарные, полустационарные и экспедиционные наблюдения. При этом доля каждого вида работ меняется в зависимости от ранга изучаемого состояния и ПТК.

Таблица 11

Преобладающие виды исследований при изучении разных таксономических рангов состояний и ПТК (по И. И. Мамай, 1992)

Ранг состояний	Ранг ПТК		
	фация	урочище	ландшафт
Внутригодовые состояния			
Внутрисуточные, суточные	Стационарные, камеральная обработка полевых материалов		Стационарные, полустационарные, камеральная обработка полевых материалов
Погодные, внутрисезонные	Полустационарные, камеральная обработка полевых и фондовых материалов		Полустационарные и экспедиционные, камеральная обработка полевых, фондовых и литературных материалов
Сезонные, годовые	Полустационарные и экспедиционные, камеральная обработка полевых, фондовых и литературных материалов		
Многолетние состояния			
Подфазы, фазы	Экспедиционные, камеральная обработка полевых материалов		

Каждое состояние ПТК характеризуют через состояние его компонентов: *воздушной части, литогенной основы с развитыми на ней почвами, поверхностных вод, растительности*. В свою очередь, каждую из этих составляющих изучают с точки зрения: 1) направленности процесса перемещения тепла и влаги; 2) их количества и соответствующего им качества компонента.

Направленность перемещения тепла и влаги (увеличение, уменьшение, стабилизация) в компоненте определяют путем сопоставления температуры и влажности за разные сроки. К одной типологической группе – виду состояний – ПТК относят только те состояния, которые обладают полным сходством свойств анализируемых компонентов, а также антропогенного воздействия. Если они отличаются друг от друга одним из признаков, то это будут различные, хотя и близкие по свойствам состояния. Характеристику внутрисуточного вида состояний первоначально дают на уровне фаций. Для более сложно устроенных комплексов внутрисуточные состояния выявляют по состоянию доминантных морфологических частей. Так, характеристику внутрисуточного вида состояния урочища образуют внутрисуточные состояния нескольких фаций. Точно также характеристики видов состояния более высокого ранга (суточные, погодные, внутрисезонные, сезонные, годовые) дают по доминантным видам состояний более низкого ранга.

На профильной полосе в итоге картографируют все фации и урочища, составляют карты фаз и подфаз состояния ПТК и их антропогенной измененности.

Воздействие человека на ПТК вызывает в нем проявление *природно-антропогенных состояний*. Антропогенный фактор заметно увеличивает количество состояний, через которые проходят ПТК. В связи с этим возникает необходимость в сравнительном изучении многолетних изменений состояния ПТК длительностью до нескольких десятилетий.

Порядок проведения исследований

Основным методом сбора фактического материала в ландшафтно-геофизических исследованиях служат стационарные наблюдения в течение длительного отрезка времени. При необходимости они дополняются полустационарными и экспедиционными наблюдениями.

Для проведения наблюдений закладывают несколько типичных в ландшафтном отношении площадок. Это могут быть *ключевые участки* или *профили-трансекты*, пересекающие ряд фаций в границах нескольких урочищ изучаемого ландшафта.

Для сбора фактических данных по изучению энергетического, теплового и водного балансов с помощью физических приборов на опорных точках

проводят необходимые измерения. Осуществляют полевой эксперимент для определения скорости впитывания и фильтрации влаги в почву, отбирают почвенные образцы. Определяют запасы биомассы, биологической продуктивности и другие показатели. Постоянно ведут наблюдения за сезонными состояниями ПТК. Наблюдения, измерения, отборы проб проводят *синхронно* (единовременно) с определенной повторностью.

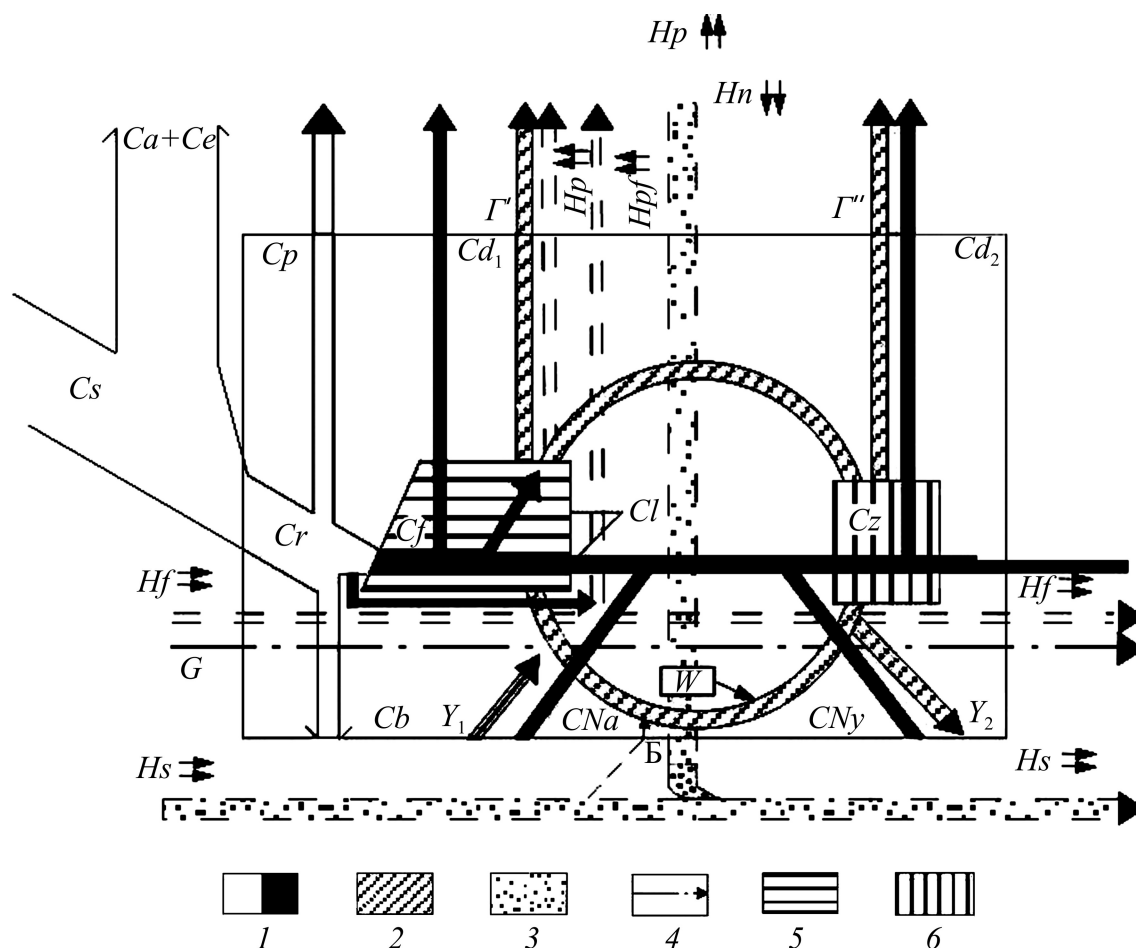


Рис. 19. Модель функционирования природного территориального комплекса (по Н. Л. Беручашвили, 1990):

1 – трансформация солнечной энергии: C_s – суммарная радиация; $Ca + Ce$ – отраженная радиация; C_p – турбулентный теплообмен; C_b – теплообмен с почвой; C_r – радиационный баланс; Cl – затраты теплоты на испарение; C_f – затраты теплоты на фотосинтез; CNa – неиспользованная энергия; CNy – неассимилированная энергия; Cd_1 – потеря теплоты с дыханием автотрофов; Cd_2 – потеря теплоты с дыханием гетеротрофов; Cz – затраты теплоты на приrost гетеротрофов; 2 – биохимический цикл: Γ' – дыхание автотрофов; Γ'' – дыхание гетеротрофов; B – запасы биохимического цикла; Y_1 – привнос в биохимический цикл, Y_2 – вынос из цикла; 3 – влагооборот; H_p или H_n – осадки; H_{pf} – физическое испарение; H_f – сток поверхностный; $\bar{H}_s$ – сток грунтовый; W – запасы влагооборота; $H_p \uparrow \uparrow$ – транспирация; 4 – гравитенные потоки G ; 5 – фитомасса P ; 6 – зоомасса Z

Собранный полевой фактический материал подвергают первичной обработке. Выполняют физические и химические анализы, систематизируют результаты измерений и наблюдений. Полученные массовые данные подвергают обработке с помощью математических методов. Систематизированный материал представляют в табличной или графической форме. Структуру балансов изображают диаграммами в виде стрелок, струй или потоков, а также гистограмм. Результаты обработки наблюдений за состоянием ПТК выражают посредством профилей, матриц, графиков, карт, моделей и др. (рис. 19). Систематизированная таким образом информация служит наглядным материалом для выявления закономерностей изучаемых процессов, а также функционирования ПТК, их устойчивости или изменчивости.

Результаты ландшафтно-геофизических, как и ландшафтно-геохимических исследований, оформляют в виде самостоятельных отчетов либо структурных частей единого отчета комплексных физико-географических исследований.

3.3. КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СТАЦИОНАРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Назначение и организация исследований

Обращение к функциональному аспекту изучения ПТК на основе *стационарных (мониторинговых)* наблюдений связано с необходимостью решения практических задач. Для обоснования различных проектных разработок с комплексным географическим прогнозированием потребовалось углубленное изучение ПТК, которое невозможно выполнить при кратковременных экспедиционных исследованиях. Этой задаче наиболее полно отвечают *комплексные физико-географические стационары*, призванные на основе системного подхода изучать функционирование ПТК в течение длительного времени. Создание таких стационаров в 1960–1970-х гг. на территории бывшего СССР способствовало развитию *функционально-динамического и эволюционного* направлений изучения ПТК.

Наблюдения за временными изменениями в ПТК основаны на двух подходах. *Динамический подход* выявляет изменения, не приводящие к коренной перестройке структуры ПТК. Это преимущественно обратимые смены состояний ПТК, обусловленные ритмическими колебаниями, а также восстановительными процессами, возникающими после нарушения системы внешними природными или антропогенными факторами.

Эволюционный подход выявляет изменения необратимого характера, сопровождаемые накоплением в системе новых свойств, приводящих к полной трансформации ее структуры, появлению новой на месте прежней.

Длительные регулярные наблюдения позволяют проследить характер и интенсивность этих изменений, определить их количественно. Они дают возможность установить значение различных связей и факторов, выделить главные, определяющие динамические изменения и эволюцию ПТК. Исходя из этого, *главная задача комплексных физико-географических стационаров* – познание закономерностей интеграции природных процессов в ПТК и возникающего в результате этого суммарного эффекта.

Трудоемкость работ и необходимость привлечения к ним широкого круга высококвалифицированных специалистов ограничивают возможности создания разветвленной сети комплексных физико-географических стационаров. В основном они располагаются в России, где наибольшей известностью пользуются стационары Института географии Сибири СО РАН и Курский Института географии РАН. Стационарные исследования ведутся также на учебно-научных станциях Московского и Санкт-Петербургского университетов, а также других вузов России и стран СНГ.

Комплексные физико-географические стационары до сих пор не созданы в Беларуси. Это отнюдь не означает, что стационарные исследования физико-географического содержания не проводятся в стране. Чаще всего такие работы совмещают опыт стационарных и полустационарных наблюдений.

Программа стационарных наблюдений строится на основе концепции исследования и решения практических задач. Оборудование зависит от программы работ, а также от материальных возможностей организации, создавшей стационар. Главный объем исследований приходится на наблюдения за состоянием природных компонентов, обменом веществом и энергией между компонентами и ПТК, изменениями границ, факторами, воздействующими на систему. Наблюдения осуществляются с помощью *физических, химических и биологических методик*, позволяющих получить точные количественные характеристики. В связи с трудоемкостью таких работ в последние годы широко внедряются *автоматизированные дистанционные* (в том числе аэрокосмические) методы получения характеристик наблюдаемых свойств ПТК.

Исследования рассчитаны на *круглогодичные* наблюдения, характер которых соответствует сезонным изменениям в природе. Все наблюдения ведут *многократно* на одной и той же территории по единой программе, что делает их легко сопоставимыми.

Территорию для наблюдений выбирают с учетом конкретных задач стационара. Исследования *спонтанных состояний* проводят в наименее нарушенных антропогенной деятельностью ПТК. Изучение *длительных последствий антропогенной деятельности* осуществляют на участках, где конкретное воздействие (осушительная мелиорация, лесные пожары, рубки) наиболее выражено. *Экспериментальные исследования* предусматривают умышленные нарушения, моделирующие определенные природные и антропогенные воздействия.

Исследования проводят в пределах типичных для региона ландшафтах на *ключевых участках*, но чаще на *полигоне-трансекте*. Последний представляет собой профильную полосу шириной 100–200 м и длиной 1,5–3,0 км, пересекающую несколько различных урочищ.

Выбору точек наблюдений предшествует *детальное картографирование* модельного участка, для которого инструментальным путем составляют топографическую карту. На ее основе проводят полевые исследования, результатом которых являются геоморфологическая, почвенная, геоботаническая и ландшафтная (с изображением фаций) карты. Количество *пробных площадок*, где находятся точки наблюдения с оборудованием, и частота наблюдений зависят от фациальной структуры участка, а также динамичности того компонента или процесса, за которым будут вести наблюдения.

Изучение динамических изменений в ПТК

Такие исследования осуществляются на уровне *фаций*. Установлено, что по своим пространственно-временным свойствам фация представляет наиболее удобную морфологическую часть ландшафта, пригодную для изучения точными методами. С помощью этих методов исследуются основные *природные режимы* фаций. Это характерная для ПТК *упорядоченность изменения природных явлений в годичном цикле в течение всего времени существования его структуры* [13].

К числу основных природных режимов, которые изучаются методом балансов, относят радиационный, тепловой, водный и биотический. Миграцию химических элементов выявляют на основе ландшафтно-геохимических исследований. Природно-антропогенные режимы, возникшие вследствие модификации спонтанных процессов в результате хозяйственной деятельности, изучают посредством специальных наблюдений.

Основной метод стационарных исследований – *метод комплексной ординации* (МКО), заключающийся в *сопряженном изучении природных*

режимов. Сопряженность изучения природных режимов достигается путем синхронных наблюдений, измерений, взятия проб в различных фациях, проводимых с определенной повторностью. Это позволяет широко применять математические методы обработки материалов и выражения результатов наблюдений.

Задача изучения режимов заключается в количественной оценке покомпонентного строения фаций, определяющего устойчивость ПТК и его динамические свойства. МКО позволяет систематизировать и количественно оценить главнейшие связи и соотношения в ПТК. Он рассчитан на выявление особенностей ПТК как систем, изменяющихся в пространстве и времени.

Используя метод МКО, можно проследить характер изменения связей между компонентами в пространстве, т. е. получить пространственные ряды. Повторность наблюдений позволяет изучить количественно суточную и сезонную ритмику ПТК, т. е. установить *временные ряды*. Для изучения пространственных и временных связей ПТК необходим сопряженный анализ этих рядов. При помощи статистического анализа пространственных, временных и пространственно-временных рядов устанавливаются эмпирические зависимости, необходимые для более глубокого познания процессов и состояний ПТК.

Пространственно-временную организацию ПТК изучают посредством различных методов. Один из них – метод факторально-динамических рядов, апробированный на стационарах Института географии Сибири СО РАН при изучении южнотаежных ландшафтов Приангарья под руководством В. Б. Сочава [13] и А. А. Крауклиса [10]. Он позволяет рассматривать ландшафт как систему факторальных и динамических рядов фаций. Каждая фация – пространственно-временное целое, представленное разными вариантами. Построение и анализ факторально-динамических рядов основаны на выявлении крайних по своим динамическим свойствам фаций. На основе временного анализа посезонно меняющихся природных явлений исследуют сезонную ритмику фаций как основной элемент временной организации ландшафтов. В годовом цикле функционирования коренных фаций выделено до 12 внутрисезонных состояний – фаз, отличающихся своим специфическим соотношением совершающихся в геосистемах процессов.

На методе факторально-динамических рядов, в частности, основано изучение ПВО холмисто-моренных ландшафтов Беларуси В. М. Яцухно [3]. Разнообразие всех фаций на модельном участке определено путем сравнения их с фоновыми зонально-региональными плакорными фациями. Всего выделены три динамические категории фаций (рис. 20).

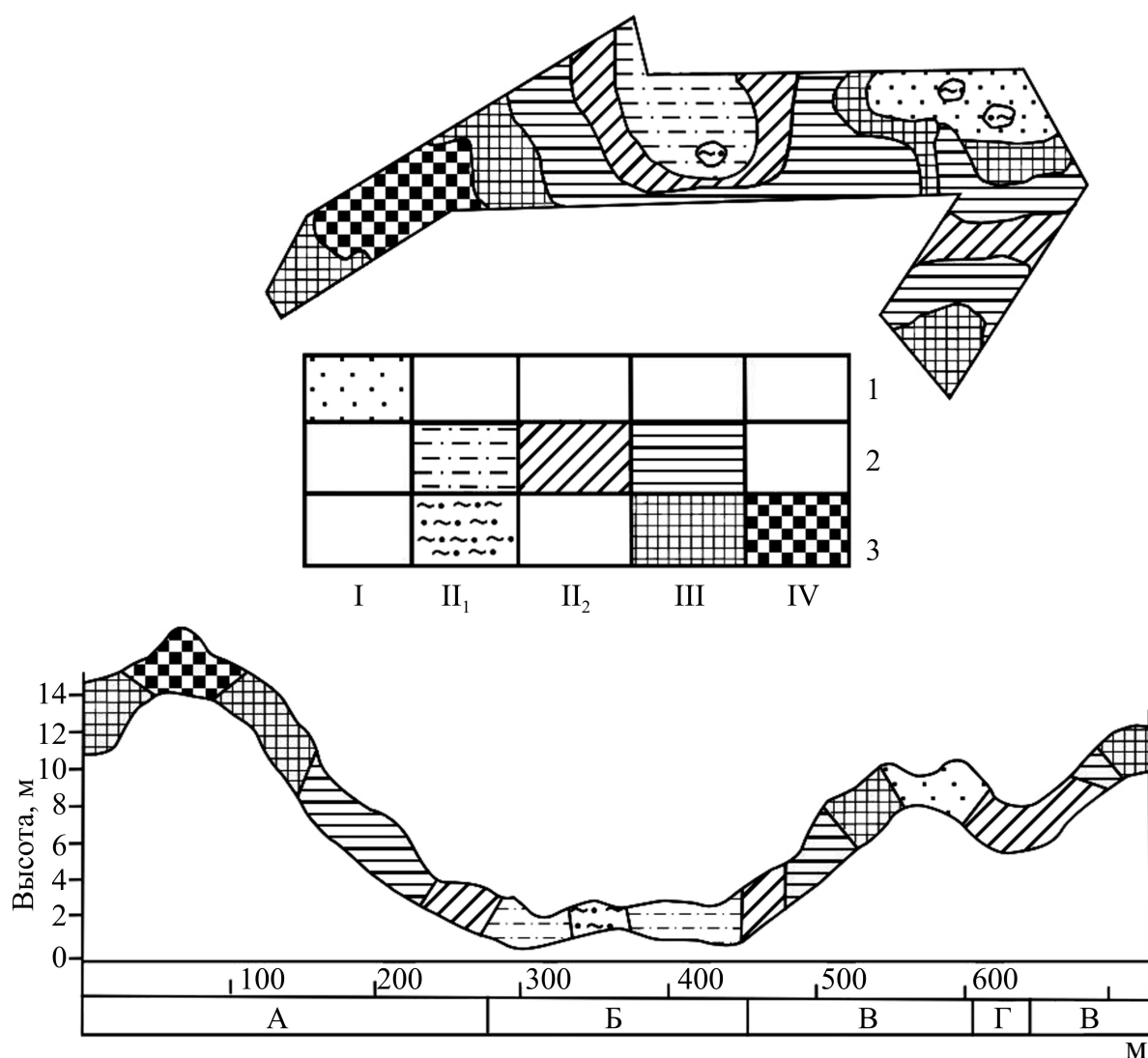


Рис. 20. Пространственно-временная структура холмисто-моренных ландшафтов (по В. М. Яцухно, 1992).

Ландшафтные подразделения:

Фации: 1 – коренные; 2 – мнимокоренные; 3 – серийные.

Урочища: А – крупные моренные холмы и камы;

Б – межхолмные котловины; В – мелкие и средние моренные холмы;

Г – межхолмные ложбины стока.

Факторально-динамические ряды: I – плакорный; II – субгидроморфный (II₁ – основной, II₂ – дополнительный); III – сублитоморфный; IV – субпсамморфный

Для *коренных фаций* характерно слабое накопление необратимых преобразований в процессе их динамического развития. Они долгое время могут сохранять способность к восстановлению как в процессе естественного развития, так и при антропогенном воздействии. *Мнимокоренные* фации находятся под влиянием одного или групп факторов, которые придают им определенную динамичность, хотя и не ярко выраженную.

Наиболее динамичные фации – *серийные*, существенно отличающиеся от фона и характеризующиеся сильными колебаниями сезонных ритмов. Эта их особенность во многом предопределяет приуроченность к определенным элементам форм мезорельефа (крутым склонам, вершинам моренных холмов и камов).

С учетом ведущего фактора в дифференциации природных условий внутри ландшафта выделены четыре факторальных ряда фаций: I – плакорный; II – субгидроморфный (в разной степени переувлажненные фации); III – сублитоморфный (эродированные варианты фаций); IV – субпсамморфный (легкие по гранулометрическому составу и органогенные фации).

Синтез факторального и динамического состояния фаций выражен матрицей, позволяющей сделать вывод, что в функциональной структуре холмисто-моренного ландшафта господствуют динамические фации. Поэтому для рационального использования этого ландшафта в сельскохозяйственных целях следует особое внимание уделить разработке систем земледелия, направленных на стабилизацию природных процессов, сохранение и поддержание устойчивости более мелких ПТК.

Выявление антропогенных трансформаций ПТК

Изменения свойств ПТК под влиянием хозяйственной деятельности изучаются на уровне *фаций* или *урочищ*, где они происходят на глазах человека и наиболее доступны для наблюдения.

Одним из примеров таких работ могут быть исследования, которые проводятся с 1970-х гг. в Белорусском государственном университете в целях прогнозирования изменения осушенных ландшафтов на близкую и далекую перспективу [2].

Согласно современным представлениям географической науки, человек совместно с результатом его хозяйственной деятельности рассматривается не только как внешний фактор, нарушающий ландшафт, но и как равноправный компонент ПТК и природно-антропогенного ландшафта. Через вещественные, энергетические и информационные потоки человек формирует структуру ландшафта, активно влияет на его функционирование и развитие.

Характер преобразования ландшафта, его глубина и устойчивость результатов воздействия зависят от ранга ПТК и тех компонентов, которые испытывают антропогенное влияние. Заметные и относительно устойчивые перестройки наблюдаются на уровне локальных ПТК – морфологических частей ландшафта.

Подобные процессы отчетливо проявляются в осушенных озерно-болотных и озерно-аллювиальных ландшафтах Беларуси, отличающихся значительной заторфованностью. В связи с понижением уровня грунтовых вод, со сведением естественной растительности, с заменой ее простыми агроценозами, распашкой и рыхлением почв происходит нарушение структуры ПТК и их функционирования. Под действием мелиоративных систем здесь проявляются необратимые изменения, формирующие новые *геотехнические системы*. При этом ПТК перестраиваются до тех пор, пока их компоненты не придут в соответствие с вновь созданными внешними и внутренними условиями, а также между собой. Новое равновесие будет значительно отличаться от прежнего исходного состояния.

Мониторинговые исследования проводились на 30 стационарных площадках, расположенных преимущественно в пределах Полесья и Предполесья. В качестве основных показателей прогнозирования изменения ПТК выбраны такие природные компоненты, как почва и рельеф, наиболее полно отражающие проявления природно-антропогенных состояний в мелиорированных ландшафтах.

При осушении и изменении водного режима почв изменяются их морфология и водно-физические свойства. Усиливаются зональные процессы почвообразования и промывной режим. Аккумулятивные процессы сменяются элювиальными. Обедняется поглощающий комплекс почв, происходит сработка органического вещества от 1 на маломощных до 2 см/год на мощных торфяных почвах. В результате этих процессов имеет место изменение структуры почвенного покрова (СПП) в сторону сокращения площади торфяных мощных и увеличения маломощных и минеральных почв. На участках, где преобладали дерновые заболоченные почвы в сочетании с торфяными, образуется менее сложный и контрастный по структуре почвенный покров (рис. 21).

Изменение рельефа осушенных ландшафтов зависит от их исходного рельефа (плоский, взбугренный), сочетания минеральных и торфяных почв, а также от характера поверхности минерального ложа, подстилающего торф (рис. 22). В результате сработки торфа происходит понижение уровня поверхности ландшафта, возрастает вертикальное расчленение и усложнение рельефа. Понижение поверхности происходит с интенсивностью от 6 до 27 мм/год, относительные высоты на осушенных ПТК возрастают до 1,2 м и более. Рельеф трансформируется от плосковогнутого и плоского очень слабо расчлененного типа, для которого характерна мощная торфяная залежь, к бугристо-западинному и взбугренному сильно расчлененному со множеством минеральных бугров и западин, с наличием минеральных антропогенных почв.

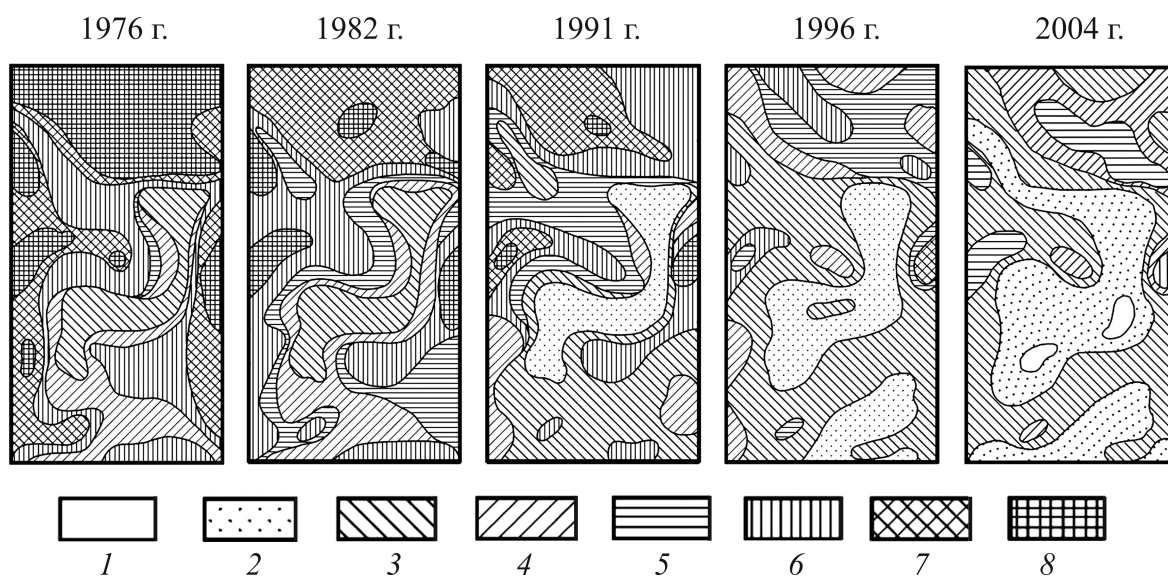


Рис. 21. Изменение почвенного покрова осушенного озерно-болотного ландшафта (по С. М. Зайко и др., 2004).

Почвы: 1 – антропогенная глубокооглеенная выщелоченная слабогумусированная песчаная; 2 – антропогенная глубокооглеенная слабогумусированная песчаная; 3 – антропогенная внизу оглеенная среднегумусированная песчаная; 4 – антропогенная глееватая сильногумусированная песчаная; 5 – антропогенная глееватая слабоотторфованная песчаная; 6 – антропогенная глееватая сильноотторфованная песчаная; 7 – торфянисто-глеевая и глееватая; 8 – торфяно-глеевая и глееватая

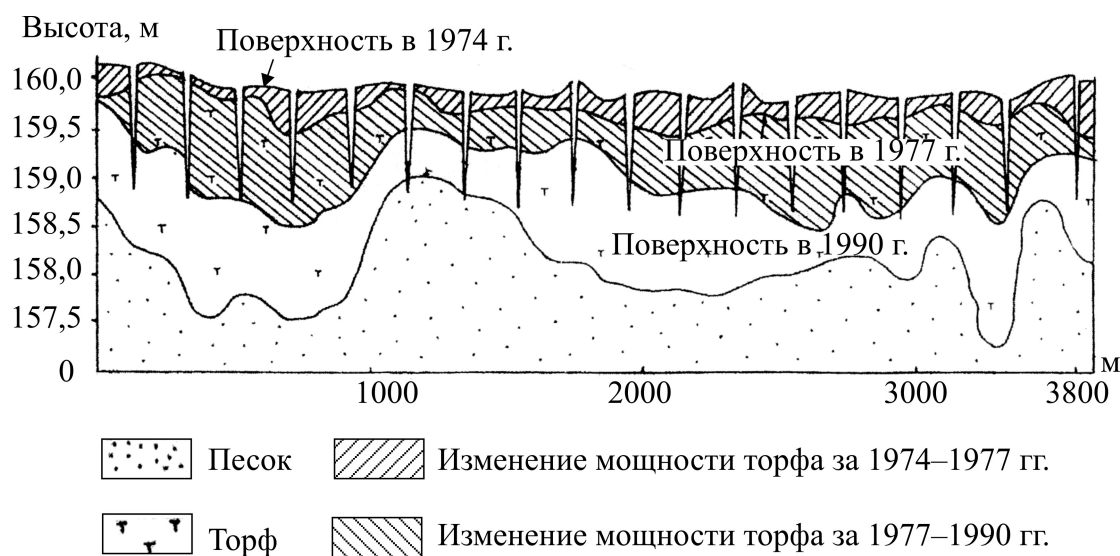


Рис. 22. Изменение мощности торфа и рельефа осушенного озерно-болотного ландшафта (по С. М. Зайко и др., 2001)

Многолетние стационарные исследования, опыт прогнозирования изменения рельефа, почв и СПП в мелиорированных ландшафтах позволили перейти к прогнозированию антропогенных трансформаций ПТК на основе следующих методов.

1. *Расчетный метод.* По данным точек наблюдений делается расчет изменения площадей почв и рельефа по формулам.

2. *Расчетно-картографический метод.* Составление прогнозных карт по результатам расчетов.

3. *Метод ландшафтных аналогов.* Закономерности изменения СПП и рельефа в стационарно изученных ландшафтах распространяются на ПТК, сформировавшиеся в аналогичных условиях.

4. *Метод экспертных оценок.* По результатам исследований высококвалифицированными специалистами составляется экспертное заключение, которое при необходимости в дальнейшем корректируется.

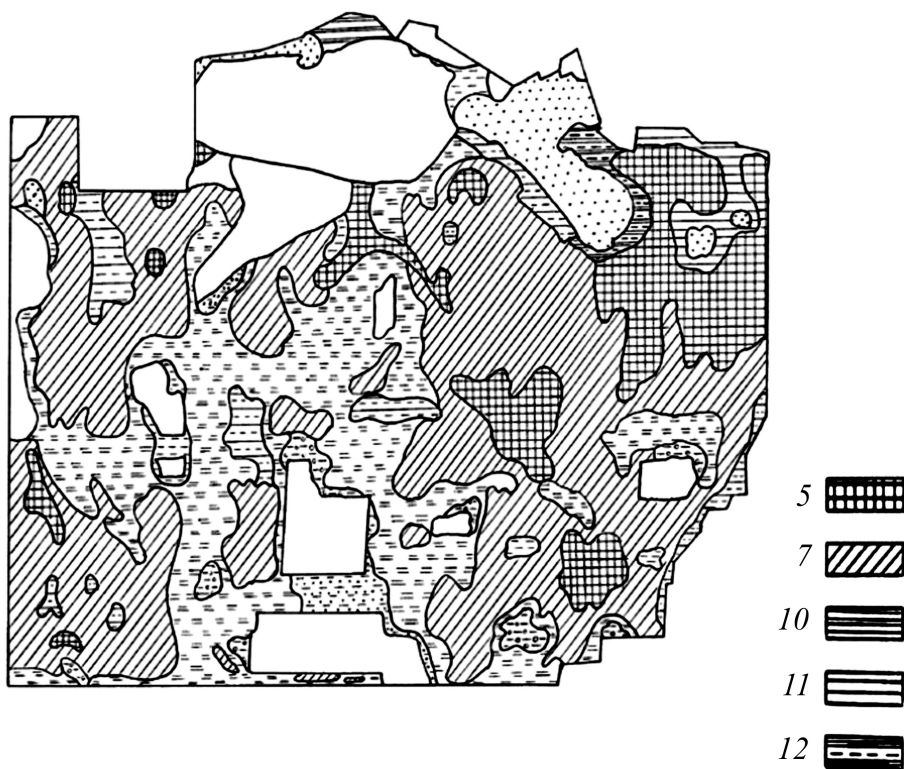
Расчетно-картографический метод, в частности, был использован для составления прогнозной карты ПТК колхоза «Корнадзь» Свислочского района Гродненской области (мелиоративный объект «Верховье р. Ясельда»).

В результате ландшафтных исследований в 1997 г. здесь было выделено 11 видов урочищ из 19, характерных для мелиорированных ландшафтов Полесья и Предполесья. На прогнозной карте к 2015 г. в границах хозяйства сохранится только пять ПТК этого ранга, т. е. число их сократится более чем вдвое (рис. 23, табл. 12).

Существенно изменится и набор самих урочищ. Первоначально структуру озерно-болотного ландшафта модельного участка определяли повышенные плоские (15) доминантные урочища, а также низкие плоско-волнистые с западинами (5) и низкие плосковолнистые с редкими буграми (7) субдоминантные урочища (см. табл. 12). По прогнозу основные урочища остаются прежними, однако набор второстепенных полностью изменится. Это будут повышенные и высокие волнистые с минеральными буграми (17), а также повышенные волнистые с западинами и буграми (14) ПТК. Низкопродуктивные ПТК с минеральными почвами займут всю территорию хозяйства против 47,7 % в 1997 г.

Таким образом, структурно-функциональным изменениям осушенных ландшафтов присущи следующие закономерности. На первом этапе осушения происходят наиболее заметные изменения в вертикальной структуре ПТК, проявляющиеся в сработке торфа и трансформации рельефа.

Карта ПТК 1997 г.



Прогнозная карта ПТК на 2015 г.

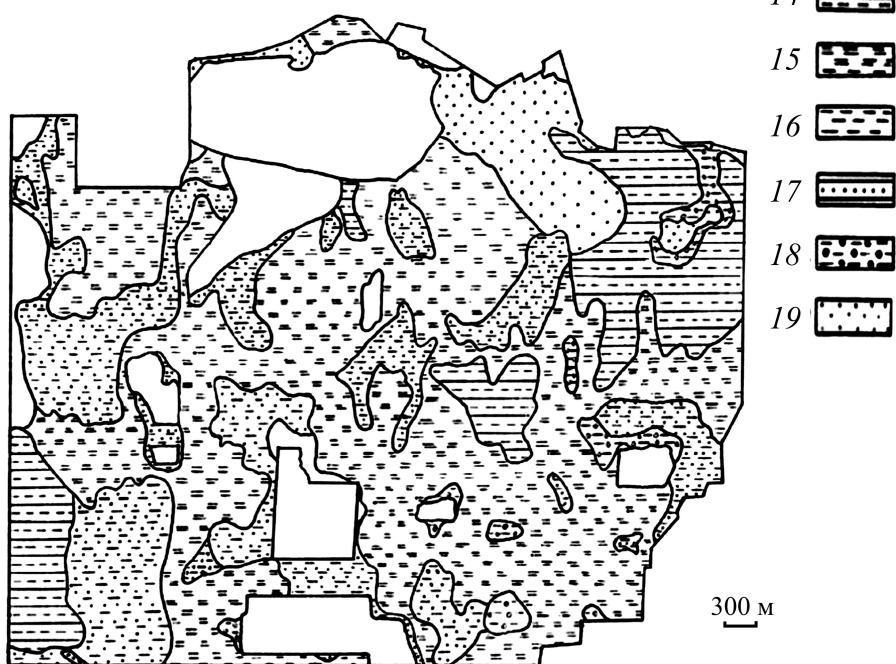


Рис. 23. Осушенные озерно-болотные ПТК
(по В. С. Аношко и др., 2002)
(характеристика ПТК соответствующего номера
приводится в табл. 12)

Таблица 12

**Прогнозируемое изменение осушенных ПТК стационара «Корнадзь»
(по В. С. Аношко и др., 2002)**

Номер ПТК	Характеристика	Площадь 1997 г., %	Прогноз 2015 г., %
5	Низкие плосковолнистые с западинами, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, со среднесиловыми и малосиловыми торфовыми почвами, трансформирующимися в минеральные через 20–100 лет	27,3	—
7	Низкие плосковолнистые с редкими буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с малосиловыми торфовыми, торфово- и торфово-глеевыми почвами, трансформирующимися в минеральные через 5–10 лет	9,2	—
10	Повышенные волнистые с западинами и минеральными буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с малосиловыми торфовыми, торфово- и торфово-глеевыми почвами в сочетании с дерново-заболоченными, трансформирующимися в минеральные через 5–10 лет	0,5	—
11	Повышенные и высокие с западинами и минеральными буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с малосиловыми торфовыми, торфово- и торфово-глеевыми в сочетании с дерново-заболоченными и дерново-подзолистыми заболоченными почвами, трансформирующимися в минеральные через 5–50 лет	3,8	—
12	Повышенные плоскобугристые с редкими западинами, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, измененные, с торфово- и торфово-глеевыми почвами в сочетании с дерновыми заболоченными, трансформирующимися в минеральные через 5–25 лет	1,8	—
14	Повышенные волнистые с западинами и буграми, подверженные эрозии, сработке торфа и деградации, сильноизмененные, с антропогенными минеральными оторфованными почвами, образовавшимися после сработки торфа в сочетании с торфово- и торфово-глеевыми, быстро трансформирующимися в минеральные	4,9	14,3
15	Повышенные плоские, подверженные эрозии, сработке органического вещества и деградации, сильноизмененные, с антропогенными минеральными почвами, образовавшимися после сработки торфа, быстро трансформирующимися	45,3	51,0

Номер ПТК	Характеристика	Площадь 1997 г.,%	Прогноз 2015 г.,%
16	Повышенные выровненные, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерново-заболоченными почвами, изменяющимися в направлении к дерново-подзолистым	0,4	—
17	Повышенные и высокие волнистые с минеральными буграми, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерновыми заболоченными и дерново-подзолистыми почвами, изменяющимися в направлении к дерново-подзолистым	0,4	24,7
18	Высокие плоские, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерново-подзолистыми заболоченными почвами, изменяющимися в направлении к дерново-подзолистым	2,8	3,7
19	Высокие волнистые с буграми, подверженные эрозии, сработке гумуса и деградации, измененные, с дерново-заболоченными почвами в сочетании с дерново-подзолистыми, изменяющимися в направлении иссушения почв	3,6	6,3

Следствием этого является усложнение горизонтальной структуры мелиорированных ландшафтов, выражающееся в значительном разнообразии составляющих их урочищ. В дальнейшем с появлением сработанных почв, быстро трансформирующихся в минеральные, и рельефа, переходящего в повышенный и высокий волнистый с минеральными буграми, происходит заметное упрощение структуры. Процесс развития ландшафта проявляется в перестройке его морфологических частей. Определенная преемственность еще сохраняется на уровне основных урочищ. Что же касается второстепенных ПТК, то их набор полностью меняется. Характер антропогенной нарушенности по иному проявится и в функционировании ПТК. Для них будут характерны процессы *опустынивания (деградации)*, которые включают ряд негативных явлений. Это – уменьшение содержания органического вещества до полного его исчезновения. Образование новых минеральных антропогенных почв, преимущественно легкого механического состава, и ухудшение их влагоемкости. Усиление ветровой эрозии, сопровождающееся разрушением перегнойного горизонта и образованием дефлированных в разной степени почв. Эти неблагоприятные процессы могут быть смягчены путем разработки специальной системы земледелия, направленной на сохранение осушенных ландшафтов.

Изучение эволюционных изменений ПТК

Функциональное направление изучения ПТК тесно взаимосвязано с *эволюционным*. Принципиальное различие заключается в характере временных процессов продолжительностью в сотни и тысячи лет.

Развитие ПТК сопровождается необратимыми поступательными изменениями, которые могут проходить как под влиянием естественных факторов, так и антропогенно-техногенных воздействий. Познание этого сложного процесса требует специфических подходов в зависимости от ранга изучаемого ПТК. С помощью *палеогеографических* исследований, например, реконструируют природу физико-географических стран, ландшафтных областей, провинций. *Палеоландшафтные* исследования воссоздают ландшафты прошлого на уровне их родов и видов, а также крупных морфологических частей. Целью таких исследований является изучение истории и генезиса, прогнозирование тенденций развития современных ПТК.

Результаты развития ландшафта фиксируются в его современной пространственной структуре, представленной *разновременными (гетерохронными)* элементами. *Реликтовые* элементы в виде следов предшествующих состояний ПТК сохраняются в отдельных природных компонентах: флоре и фауне, погребенных почвах, торфяниках, поверхностных отложениях, редких формах рельефа и др. Это могут быть также урочища-реликты (спущенные озерные котловины, лимнокамы, дюны, термокарстовые западины, сквозные долины), входящие в состав ландшафта. *Консервативные* элементы в наибольшей степени соответствуют существующим природным условиям и характеризуют современную структуру ландшафта. *Прогрессивные* элементы, наиболее молодые и динамичные, указывают на тенденцию развития ландшафта и могут служить основанием для прогнозирования. Соотношение этих групп элементов в каждом конкретном ландшафте дает представление о направлении его развития и генезисе.

Методика палеоландшафтных исследований на уровне крупных морфологических частей ландшафта находится пока на стадии становления. Работы, выполненные в последние годы географами МГУ под руководством К. Н. Дьяконова [6] в пределах структурно-эрозионно-ледникового (юг Архангельской области), а также долинно-зандрового и озерного (Центральная Мещера) ландшафтов Восточно-Европейской равнины, обозначили главные направления и систему методов палеоландшафтных исследований.

Основные задачи палеоландшафтных исследований, которые можно рассматривать как типовую программу изучения лесных ПТК, должны включать:

- построение региональных моделей эволюции ландшафта в голоцене, в том числе в доминантных и субдоминантных урочищах, с характеристикой их природных компонентов;
- выявление числа смен и продолжительности существования различных типов и подтипов растительности в разных видах ландшафтов и внутри их;
- определение соотношения факторов саморазвития ПТК, экзодинамических и антропогенных;
- прогноз развития и саморазвития заболачивания ландшафтов и трансформация их морфологической структуры;
- подтверждение гетерохронности современного строения ландшафтов и их компонентов, поиск причин этой закономерности.

Основу организации исследований внутриландшафтных различий развития ПТК в голоцене обычно составляет *крупномасштабный ландшафтный профиль*. Необходимым условием его заложения является строго линейное простираие, значительная протяженность, большая частота точек комплексных описаний и опробывания. На профиле отображают горизонтальную и вертикальную структуру изучаемых ландшафтов. К *доминантным* и *субдоминантным* урочищам привязывают сеть опорных разрезов на спорово-пыльцевой анализ торфа, взятие образцов для определения абсолютного возраста, площадки сезонных многолетних наблюдений за функционированием и динамикой ПТК.

Аналитическая обработка отобранных образцов торфа осуществляется с помощью *палинологического* и *палеоботанических методов*. Известно, что спорово-пыльцевой анализ дает не только динамическую информацию о растительном покрове ландшафта, но и позволяет рассчитывать конкретные показатели климатических колебаний, способствовавших сменам и подвижкам растительного покрова. Совместно с результатами ботанического анализа торфа, карпологического анализа, изучения листовых отпечатков и другими палеоботаническими данными палинологические материалы дают возможность воспроизвести динамику палеогидрологической обстановки (путем вычисления индекса влажности) и колебаний уровня грунтовых вод. Спорово-пыльцевой анализ разрезов дополняется определениями *абсолютного возраста* торфа и перегнойных

горизонтов. *Палеоклиматические* показатели – температура воздуха (средняя, годовая, январская, июльская), атмосферные осадки – устанавливаются по информационно-статистическому методу В. А. Климанова. Определение внутриландшафтной пространственно-временной изменчивости биопродукционного процесса (временной интервал 60–100 лет) основано на использовании *дендрохронологического* метода с последующим автоматизированным (компьютерным) подсчетом радиального прироста деревьев по кернам и спилам.

Полученная аналитическая информация совместно с показателями функционирования ПТК и другими материалами сопрягается по профилю, являющемуся основой интерпретации закономерностей развития и функционирования морфологических частей ландшафта.

Таким образом, стационарные исследования в сочетании с полустационарными и экспедиционными дают необходимую информацию для построения моделей функционирования и изменения ПТК, требуемых для прогнозирования их состояния в целях рационального природопользования.

Результаты таких исследований, как правило, оформляют в виде самостоятельных отчетов.

Литература

1. Авессаломова, И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов / И. А. Авессаломова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987.
2. Аношко, В. С. Методы географического прогнозирования изменения осушенных почв и ландшафтов / В. С. Аношко [и др.] // Природные ресурсы. 2002. № 4. С. 67–87.
3. Белорусское Поозерье : анализ эколого-мелиоративного состояния. Минск : Университетское, 1992. 156 с.
4. Беручашвили, Н. Л. Методика ландшафтно-геофизических исследований и картографирования состояний природно-территориальных комплексов / Н. Л. Беручашвили. Тбилиси : Изд-во Тбил. ун-та, 1983. 200 с.
5. Беручашвили, Н. Л. Методы комплексных физико-географических исследований / Н. Л. Беручашвили, В. К. Жучкова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. 320 с.
6. Дьяконов, К. Н. Базовые концепции ландшафтоведения и их развитие / К. Н. Дьяконов // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2005. № 1. С. 4–12.
7. Дьяконов, К. Н. Современные методы географических исследований / К. Н. Дьяконов, Н. С. Касимов, В. С. Тикунов. М. : Просвещение, 1996. 208 с.
8. Жучкова, В. К. Методы комплексных физико-географических исследований / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. М. : Академия, 2004. 368 с.

9. *Исаченко, А. Г.* Теория и методология географической науки / А. Г. Исаченко. М. : Академия, 2004. 400 с.
10. *Крауклис, А. А.* Проблемы экспериментального ландшафтоведения / А. А. Крауклис. Новосибирск : Наука, 1979. 230 с.
11. *Мамай, И. И.* Динамика ландшафтов / И. И. Мамай. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. 167 с.
12. *Перельман, А. И.* Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. М. : Астрель, 2000. 768 с.
13. *Сочава, В. Б.* Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. Новосибирск : Наука, 1978. 319 с.
14. *Хрусталева, М. А.* Аналитические методы исследований в ландшафтоведении : учеб. практикум / М. А. Хрусталева. М. : Техполиграфцентр, 2003. 88 с.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основопологающим направлением комплексных физико-географических исследований является изучение структуры, функционирования и эволюции ПТК. Современное состояние обозначенных путей изучения, выявляющих сущность ПТК как пространственно-временных систем, свидетельствует о неодинаковом уровне их развития.

В течение длительного времени предпочтение отдавалось изучению пространственной структуры ПТК. В связи с этим метод ландшафтного картографирования занял главенствующее место в комплексных физико-географических исследованиях. На основе этого метода были созданы картографические модели ПТК и ПАК Беларуси. Это позволило приступить к теоретическим и методическим разработкам по оценке ландшафтного разнообразия страны как основы жизнедеятельности человека, необходимого условия рационального природопользования и охраны окружающей среды. Проведенная инвентаризация ПТК и ПАК выдвигает в число первоочередных задач комплексных физико-географических исследований разработку методики паспортизации ландшафтов. Создание каталога ландшафтов Беларуси как банка данных по разнообразным параметрам ПТК и ПАК позволит объективно оценить эколого-ресурсный потенциал каждого из этих комплексов.

Функциональное и особенно эволюционное направления комплексных физико-географических исследований начали развиваться позднее. Становление функционально-динамических исследований связано с организацией стационарных наблюдений, потребовавших использования геофизических и геохимических методов. Изучение эволюционных изменений ПТК вызвало необходимость применения палеоландшафтного метода.

Важность познания временной составляющей организации ПТК особенно актуальна в настоящее время, когда воздействие человека на природу многократно усилилось. Встала задача прогнозирования не только природно-антропогенных состояний и устойчивости ПТК, но и особен-

ностей их развития. Это возможно осуществить лишь на основе хорошо поставленного комплексного физико-географического мониторинга, являющегося одним из индикаторов процессов устойчивого развития экологической составляющей в системе «человек – окружающая среда – экономика». В связи с этим в республике назрела насущная необходимость в создании комплексных физико-географических стационаров, по крайней мере, в двух-трех ландшафтных провинциях.

Эффективность любых методов исследований значительно повышается при использовании новейших технологий. Последние годы характеризуются дальнейшим развитием системного подхода, усложнением моделей объектов исследования, стремлением к использованию методов точных наук. Однако до сих пор в физико-географических исследованиях в значительной мере остаются невостребованными геофизические методы. Несмотря на быструю компьютеризацию, сравнительно медленно происходит внедрение математических методов и математического моделирования. Слабо совершенствуется техника картографирования ПТК.

Применение современных ГИС-технологий позволяет значительно увеличить массив вовлекаемых в исследование картографической информации и широко использовать математический аппарат для ее обработки и математического моделирования. Математические модели считаются наиболее перспективными в сочетании с картографическими.

Гуманизация и экологизация физико-географических исследований стимулирует разработку экологических моделей. ГИС-картографирование особенно эффективно для изучения динамики ПТК, создания карт ландшафтно-динамических сценариев – возможных будущих состояний геосистем. Анимации – картографические мультипликации, создающие эффект движения (нарастающие знаки и диаграммы, расширяющие ареалы и др.) позволяют моделировать характер природных процессов и их антропогенных изменений в разных масштабах времени. Однако технология ГИС еще не стала общедоступным инструментом комплексных физико-географических исследований.

Продолжающаяся интеграция наук будет способствовать обогащению и совершенствованию методов географических исследований. Осваивать и разрабатывать новое, осуществлять работы с представителями смежных или отдаленных научных направлений можно только хорошо усвоив азы собственной дисциплины.

ЛИТЕРАТУРА

Основная

Беручашвили, Н. Л. Методы комплексных физико-географических исследований / Н. Л. Беручашвили, В. К. Жучкова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. 320 с.

Географический энциклопедический словарь. Термины. М. : Сов. энцикл., 1988. 432 с.

Дьяконов, К. Н. Современные методы географических исследований / К. Н. Дьяконов, Н. С. Касимов, В. С. Тикунов. М. : Просвещение, 1996. 208 с.

Жучкова, В. К. Методы комплексных физико-географических исследований / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. М. : Академия, 2004. 368 с.

Исаченко, А. Г. Методы прикладных ландшафтных исследований / А. Г. Исаченко. Л. : Наука, 1980. 222 с.

Исаченко, А. Г. Теория и методология географической науки / А. Г. Исаченко. М. : Академия, 2004. 400 с.

Исаченко, Г. А. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование / Г. А. Исаченко. СПб. : Изд-во С.-Петербур. ун-та, 1998. 112 с.

Клицунова, Н. К. Методы географических исследований : практикум для студентов геогр. фак. спец. 1-31 02 01 «География» / Н. К. Клицунова, Т. А. Федорцова, А. Н. Решетникова. Минск : БГУ, 2005. 73 с.

Ландшафтная карта БССР. Масштаб 1 : 600 000. М. : Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР, 1984.

Марцинкевич, Г. И. Ландшафтоведение / Г. И. Марцинкевич. Минск : БГУ, 2007. 206 с.

Нацыянальны атлас Беларусі. Мінск : «Белкартаграфія» Камітэта па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь, 2002.

Дополнительная

Авессаломова, И. А. Геохимические показатели при изучении ландшафтов / И. А. Авессаломова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1987. 106 с.

Аношко, В. С. Методы географического прогнозирования изменения осушенных почв и ландшафтов / В. С. Аношко [и др.] // Природные ресурсы. 2002. № 4. С. 67–87.

Арманд, Д. Л. Наука о ландшафте / Д. Л. Арманд. М. : Мысль, 1975. 286 с.

Белорусское Поозерье : анализ эколого-мелиоративного состояния. Минск : Университетское, 1992. 156 с.

Беручашвили, Н. Л. Геофизика ландшафта / Н. Л. Беручашвили. М. : Высш. шк., 1990. 287 с.

Беручашвили, Н. Л. Методика ландшафтно-геофизических исследований и картографирования состояний природно-территориальных комплексов / Н. Л. Беручашвили. Тбилиси : Изд-во Тбил. ун-та, 1983. 200 с.

Видина, А. А. Методические указания по полевым крупномасштабным исследованиям / А. А. Видина. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1962. 120 с.

Дистанционное картографирование природной среды / А. А. Ковалев [и др.]. Минск : Ин-т геол. наук Беларуси, 1995. 175 с.

Дьяконов, К. Н. Базовые концепции ландшафтоведения и их развитие / К. Н. Дьяконов // Вест. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2005. № 1. С. 4–12.

Еловичева, Я. К. Геохронологические методы исследования / Я. К. Еловичева. Минск : БГУ, 2003. 126 с.

Жучкова, В. К. Природная среда – методы исследования / В. К. Жучкова, Э. М. Раковская. М. : Мысль, 1982. 168 с.

Крауклис, А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения / А. А. Крауклис. Новосибирск : Наука, 1979. 230 с.

Ландшафты Белоруссии. Минск : Университетское, 1989. 238 с.

Мамай, И. И. Динамика ландшафтов / И. И. Мамай. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1992. 167 с.

Мильков, Ф. Н. Общее землеведение / Ф. Н. Мильков. М. : Высш. шк., 1990. 335 с.

Николаев, В. А. Классификация и мелкомасштабное картографирование ландшафтов / В. А. Николаев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1978. 63 с.

Николаев В. А. Ландшафты азиатских степей / В. А. Николаев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1999. 288 с.

Обуховский, Ю. М. Аэрокосмические исследования ландшафтов Беларуси / Ю. М. Обуховский, В. Н. Губин, Г. И. Марцинкевич. Минск : Навука і тэхніка, 1994. 175 с.

Перельман, А. И. Геохимия ландшафта / А. И. Перельман, Н. С. Касимов. М. : Астрей, 2000. 768 с.

Полевая и лабораторная практика по почвоведению. Минск : БГУ, 2003. 151 с.

Преображенский, В. С. Основы ландшафтного анализа / В. С. Преображенский, Т. Д. Александрова, Т. П. Куприянова. М. : Наука, 1988. 192 с.

Солнцев, Н. А. Учение о ландшафте: избр. тр. / Н. А. Солнцев. М. : Изд-во Моск. ун-та, 2001. 384 с.

Сочава, В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. Новосибирск : Наука, 1978. 319 с.

Хрусталева, М. А. Аналитические методы исследований в ландшафтоведении : учеб. практикум / М. А. Хрусталева. М. : Техполиграфцентр, 2003. 88 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНЫХ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	
1.1. Природные территориальные комплексы как объект исследования	7
1.2. Методы исследований.....	15
Глава 2. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ	
2.1. Подготовительный период	27
2.2. Содержание полевых работ	37
2.3. Камеральная обработка материалов	64
Глава 3. ИЗУЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ	
3.1. Ландшафтно-геохимические исследования.....	89
3.2. Ландшафтно-геофизические исследования	98
3.3. Комплексные физико-географические стационарные исследования	105
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
ЛИТЕРАТУРА	123

Учебное издание	Подписано в печать 13.03.2008.
Клицунова Натэлла Константиновна	Формат 60×84/16. Бумага офсетная.
МЕТОДЫ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Пособие для студентов специальности 1-31 02 01 «География (по направлениям)»	Усл. печ. л. 7,2. Уч.-изд. л. 6,9.
В двух частях	Тираж 200 экз. Зак.
Часть 1	Белорусский
МЕТОДЫ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	государственный университет.
Редактор <i>У. Ю. Верина</i>	ЛИ № 02330/0056804 от 02.03.2004.
Художник обложки <i>Т. Ю. Таран</i>	220030, Минск,
Технический редактор <i>Т. К. Раманович</i>	проспект Независимости, 4.
Корректор <i>В. И. Богданович</i>	Отпечатано
Компьютерная верстка <i>А. А. Микулевича</i>	с оригинала-макета заказчика.
	Республиканское
	унитарное предприятие
	«Издательский центр Белорусского
	государственного университета».
	ЛП № 02330/0056850 от 30.04.2004.
	220030, Минск,
	ул. Красноармейская, 6.