АКАДЕМИЯ
НАУК СССР

УРАЛЬСКИЙ
НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

В. В. ПЛОТНИКОВ

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СУБАРКТИКИ

СВЕРДЛОВСК 1984

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

В. В. ПЛОТНИКОВ

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СУБАРКТИКИ

НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА р. ХАДЫТАЯХИ

СВЕРДЛОВСК 1984

УДК 577.4

Плотников В. В. **Динамика лесных экосистем Субарктики** (на примере бассейна р. Хадытаяхи). Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984.

За Полярным кругом, среди тундровых ландшафтов, в долине реки Хадытаяхи (Южный Ямал) на протяжении нескольких тысячелетий находится великолепный таежный массив. В книге рассматриваются происхождение, история, структурно-функциональная организация, динамика, взаимодействия и предвидимое будущее биоценозов бассейна этой реки. Особое внимание уделяется теоретическим и методическим вопросам, а также обсуждению задач дальнейших экологических исследований в Субарктике. Предназначена для широкого круга специалистов, интересующихся проблемами освоения природных ресурсов Севера вообще и Западной Сибири, в частности.
Табл. 20 Илл. 19. Библ. 103 назв.

Ответственный редактор
докт. биол. наук **Л. Н. Добринский**

П $\frac{21001—170(82)1262}{055\ (02)\ 7}$ 40—1984

© УНЦ АН СССР, 1984

ОТ АВТОРА

В одной из своих последних работ С. С. Шварц в 1976 г. писал: «Мне уже не раз приходилось писать о «Хадытинском феномене». Так один из журналистов после беседы со мной назвал лесной оазис на реке Хадыта в Ямальской тундре. Здесь настоящий лес: лиственница, ель, береза, красная смородина, черемуха (она цветет здесь в середине июля), жимолость, на лугах — травы по пояс. Не будем сейчас говорить о том, чем объясняется «Хадытинский феномен». Обратим внимание на другое. Растения превосходно приспособились к субарктическому климату. Они могли бы быть использованы в качестве бесценного посадочного материала для создания подобных лесных оазисов во всей южной тундре. Эта работа, стоимость которой по сравнению со стоимостью работ по промышленному освоению Крайнего Севера мала, имела бы планетарное значение. Многовековой спор — кто наступает: тундра на лес или лес на тундру — мог бы быть решен в пользу леса и (об этом и надо помнить в первую очередь) в пользу человека» [100, с. 90].

В этих немногих словах в полной мере раскрыты и смысл, и конечная цель экологических исследований в бассейне р. Хадытаяха. Можно без преувеличения утверждать, что монографическое освещение происхождения, динамики, структурно-функциональной организации и предвидимого будущего хадытинской экосистемы было мечтой С. С. Шварца на протяжении последних 20 лет его жизни. Отдавая должное неувядаемой жизнеспособности теоретических идей и творческих замыслов С. С. Шварца, мы расцениваем свой труд как первое приближение к осуществлению его мечты.

На протяжении 1956—1981 гг. сотрудниками Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР в долине р. Хадыты был проделан значительный объем экологических наблюдений. Нельзя сказать, что это всегда были действительно систематические, комплексные и стационарные исследования, но в целом за четверть века сделано немало, и пришло время подвести некоторые итоги.

Решающей субъективной предпосылкой для написания данной работы явилась карта хадытинского таежного массива, составленная автором по результатам дешифрования аэрофотоснимков. Необходимо иметь четкую естественно-историческую, ландшафтно-географическую и лесоводственно-геобота-

ническую основу, поэтому карта массива рассматривалась как исходный документальный материал.

Объективная причина создания данной работы — бурное освоение природных ресурсов северного Приобья. Бассейн Хадыты занимает во многих отношениях ключевое положение в данном регионе.

Автор выражает признательность Л. Ф. Семерикову, В. Ф. Сосину и С. Г. Шиятову за постоянное внимание к данному исследованию.

ВВЕДЕНИЕ

Бассейн р. Хадытаяха расположен в юго-восточной части полуострова Ямал: 66°55′—66°40′ северной широты и 69°00′—70°40′ восточной долготы. На востоке бассейн граничит с бассейном р. Ядаяходыяхи, впадающей непосредственно в южную оконечность Обской губы. На западе прилегает бассейн р. Щучьей, главным образом ее левого притока — р. Танловаяхи. Р. Щучья, образуя систему проток, впадает в дельту Малой Оби. На юге к бассейну Хадыты примыкают бассейны ряда мелких рек (Хальмерьяхи, Нгаркахарвотаяхи, Хондеяхи, Янгутаяхи, Варшхадыты, Ерхадыты).

Хадыта, протекая с северо-востока на юго-запад, начинается в системе мелких карстовых озер, принимая в себя несколько сравнительно мощных притоков (реки Паюседаяха, Водаяха и пр.) и впадая в расширенную протоку Большой Оби, именуемую Воронковским Сором. О природе Воронковского Сора, как и о системе обских соров вообще, будет сказано в соответствующих специальных разделах.

Здесь достаточно подчеркнуть, что естественная история Хадыты неотделима от естественной истории Оби и именно Воронковский Сор является своего рода «буферным соединением» между ними.

Площадь бассейна Хадыты составляет около 3,3 тыс. км^2. Нами закартировано около 500 км^2 именно долин рек и около 300 км^2 плакорных экотопов, в истории которых мы видим возможность к пониманию динамики Южного Ямала вообще. Взаимное расположение некоторых бассейнов показано на рис. 1.

По масштабам своего бассейна р. Хадыта невелика, особенно по сравнению с реками североазиатского континента, но она велика для Ямала, а главное — она естественно-исторически молода. В определенный ряд можно выстроить известные нам реки Харбей (исключительно горная река), Щучью — в истоках горную, но протекающую на значительном своем отрезке в равнинных условиях, и Хадыту, являющуюся во всех геоморфологических проявлениях типичной равнинной рекой.

Само название Хадыты («хадыта» по-немецки — еловая) обязывает нас искать корни объективных представлений о природе Южного Ямала в топонимике и легендах населяющего его народа. Весьма вероятно, что человек здесь появился после

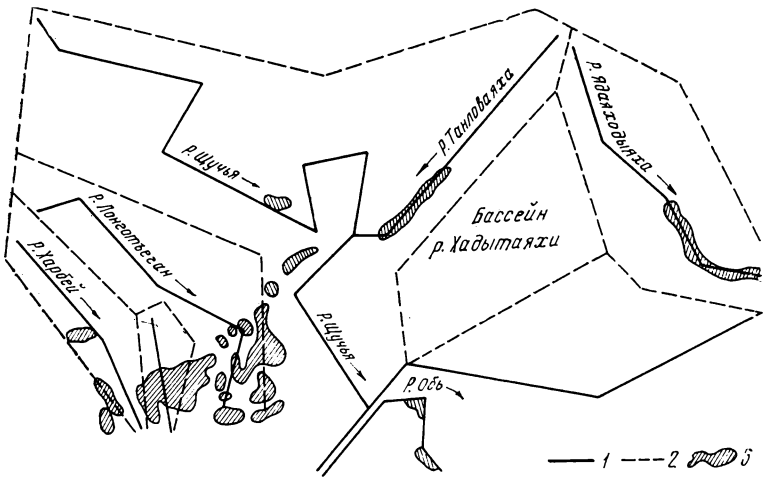


Рис. 1. Положение бассейна р. Хадытаяхи в системе Южного Ямала.
1 — реки, *2* — границы водоразделов, *3* — лесные массивы.

последней крупной трансгрессии Мирового океана, совершившейся около 6000 лет назад.

По данным С. В. Бахрушина [9], А. А. Шахматова [97] и Полного собрания русских летописей [71], обобщенным Л. С. Бергом [10, с. 211], «...проникновение русских в Сибирь шло северными путями. Таких было два — один по суше, другой по морю. Первым ходили новгородцы: он вел из Устюга по Вычегде в систему Печоры, а из Печоры по ее притоку Усе через Камень (Уральский хребет) в Собь, приток Оби против Обдорска. Можно упомянуть, что был еще другой вариант пути из Печоры на Обь, именно через Шугор, приток Печоры; он выводил южнее, к Березову. Морской путь, открытый позднее, вел из Белого моря в Обскую губу». Через Шугор на Березово (североуральский проход) русские ходили еще в конце XI в. В низовьях Оби русские появились впервые в 1364—1365 гг., о чем есть запись в Новгородской летописи. Морским путем на Обь русские стали ходить не позже начала XVI в., так что к середине XVI в. этот путь был ими уже хорошо освоен.

Л. С. Берг [10] приводит выдержку из одного письма русских купцов английскому торговому агенту, датированного 21 февраля 1584 г.: «На русской стороне Оби живут самоеды, называемые угорскими и сибирскими самоедами, а на другой стороне живет другое племя самоедов, называемых мангазейскими самоедами... По берегам реки растут хвойные деревья белой, мягкой, легкой породы, которые мы называем елями. В реке водятся осетр, чир, пелядь, нельма, нежная рыба вроде

сига — муксун, сиги, стерляди, но семги нет» (с. 217; латинский и английский текст мною опущен — *В. П.*). Л. С. Берг комментирует этот текст следующим образом: «Эти сведения поражают своей точностью, и, без сомнения, они получены из первых рук. Действительно, в низовьях Оби господствует ель. Список рыб Оби, безусловно, точен; характерное для Оби отсутствие семги подмечено совершенно правильно» (с. 217).

Тобольск был основан в 1587 г., и в это же время по распоряжению «сибирского воеводы» на судах по Оби была направлена экспедиция, возглавляемая «московским гостем Лукой» [10]. Ей поручалось плыть до устья Оби, а затем пройти к Енисею. Лука и большая часть его спутников погибли, но в Москву был доставлен отчет, который до нас не дошел. О нем упоминается в сочинении голландского географа Исаака Масса, переведенном с русского языка (!) на голландский в 1609 г.

Петр Великий в 1721 г. посылал в устье Оби «людей сведущих в мореплавании, географии и астрономии» для изыскания северных морских путей в Японию. Обстоятельное изучение северных берегов Сибири с этой же целью было предпринято в 1734—1743 гг. Ревностным приверженцем идеи морского пути из Европы Ледовитым океаном в восточные моря был М. В. Ломоносов. В 1763 г. он составил «Краткое описание разных путешествий по северным морям и показание возможного проходу Сибирским океаном в Восточную Индию» [36].

Эпоха знаменитых экспедиций Академии наук конца 60-х — начала 70-х годов XVIII в. отражена в капитальном труде П. С. Палласа (1741—1811 гг.) «Путешествия по разным провинциям Российской империи» (1773—1788 гг.). В этом труде нашли отражение материалы В. Ф. Зуева — одного из спутников Палласа, путешествовавшего по Оби и побывавшего также на Енисее и в Туруханском крае [36, с. 369].

Сведения о севере Западной Сибири, датируемые серединой XIX в., надо искать в трудах А. Ф. Миддендорфа (1815—1894 гг.), а также в материалах Североуральской экспедиции Русского географического общества, предпринятой в 1847, 1848 и 1850 гг. под руководством геолога Э. К. Гофмана [7].

В перечисленных выше источниках р. Хадыта, разумеется, не упоминается, но они дают общее представление о природной обстановке и той исторической атмосфере, в которой проходила колонизация русскими Обского Севера. Здесь следовало бы еще упомянуть и о походах сподвижников Ермака в 1581—1584 гг., и о составленной в 1627 г. пояснительной записке к Большому чертежу Московского государства («Книга, глаголемая Большой чертеж», изданная в 1773 г. Н. И. Новиковым), в которой описывается территория от р. Таны в Финмаркене на западе до бассейнов рек Оби и Таза на востоке; и об этнографических и лингвинистических изысканиях на Полярном

Урале, предпринятых в 1846—1847 гг. венгерским ученым А. Ругули... Особого внимания заслуживают материалы ямальской экспедиции 1908 г., организованной Русским географическим обществом [35].

Наиболее близким и хорошо изученным, по крайней мере в ботаническом отношении, аналогом хадытинской таежной экосистемы является урочище Ары-Мас — лесной остров на р. Новой, притоке р. Хатанги, расположенный на широте 72°27′ — 72° 28′. Еще А. Ф. Миддендорф в 1843—1844 гг. отмечал, что он нигде не наблюдал произрастания древесной растительности так далеко на севере, как на Таймырском полуострове. Это урочище исследовалось А. И. Толмачевым [88] и Л. Н. Тюлиной [91]. Оно описано во многих работах [42, 44, 53] и др. В. В. Крючков [42] отмечал еще более северные местонахождения лиственничных куртин на р. Лакунской и правом берегу р. Хатанги (до 72° 40′ с. ш.).

С 1965 по 1977 гг. на правом берегу р. Пясины действовал стационар Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР «Тарея». По результатам исследований, проведенных его сотрудниками, опубликовано около 180 работ [89]. Особый интерес для нас представляют инвентаризационные данные: здесь выявлено 239 видов сосудистых растений, 175 — листостебельных мхов, 117 — лишайников, 230 — почвенных водорослей, 237 — пресноводных водорослей, около 400 — микроскопических грибов, 10 — млекопитающих, 61 вид птиц и огромное количество видов беспозвоночных животных. Количество бактерий в наиболее благоприятных условиях (в почвах корки пятна дриадово-осоково-моховой пятнистой тундры) достигает от $3{,}6\times10^9$ до $4{,}6\times10^9$ клеток на 1 г почвы. В почвах полигональных болот их всего $0{,}02\times10^9$ — $2{,}0\times10^9$ клеток на 1 г почвы. Аналогичные сведения по бассейну Хадыты почти отсутствуют, но можно полагать, что флора здесь еще богаче.

Севернее 72-й параллели древесная растительность заходит также в долинах рек Анабара, Оленека и Лены, но эти местонахождения известны хуже, чем знаменитое урочище Ары-Мас. В европейской части СССР наиболее близкий аналог хадытинской экосистеме — островной лесной массив на р. Море-Ю. В несомненном генетическом родстве с хадытинским таежным массивом состоят таежное урочище Сопкей на р. Щучьей и полоски леса вдоль рек Танловаяха и Ядаяходыяха.

На североамериканском континенте аналогичные явления надо искать на р. Маккензи и ее западных притоках, а также на р. Андерсон (Канада). Эти реки текут с юга на север, и генезис растительного покрова вдоль них может быть принципиально иным. На Аляске речь может идти о всех реках, начинающихся с хребта Брукс и текущих на юг, впадая в Чукотское море, в р. Коюкук (приток Юкона) и в особенности — р. Юкон (как наиболее полный аналог).

Было бы любопытно обнаружить нечто подобное в Южном полушарии, но и без этого достаточно ясно, что вопросы, которые мы задаем, имеют широкое географическое значение.

Немногим более чем на 200 км протянулась р. Хадыта в своем течении от истоков до устья, и лесов на ней вместе с притоками, по нашему подсчету, чуть больше 8,0 тыс. га (лесистость долин в целом составляет около 15 %, а лесистость бассейна — 2,4 %), но лес этот представляет огромный интерес для науки. К сожалению, массив сильно вырублен, особенно во время войны и в первые послевоенные годы (аборигены пользуются его ресурсами на протяжении тысячелетий). Предваряя конкретные научные результаты его всестороннего изучения, можно уверенно утверждать, что он нуждается в надежной охране. С удовлетворением можно отметить, что в 1982 г. р. Хадытаяха объявлена заказником.

Глава I

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ ЮЖНОГО ЯМАЛА И ЕГО СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Геологическая история полуострова Ямал связана с историей арктического морского бассейна, существовавшего на месте Северного Ледовитого океана. Начиная с мезозойской эры (225 млн. лет назад), последняя сравнительно хорошо изучена, главным образом благодаря работам В. А. Обручева [60, 61] и В. Н. Сакса [82, 83]. Отрезок истории за юрский и меловой периоды изложен нами по В. Н. Саксу [83].

На границе триасового и юрского периодов (185 млн. лет назад; здесь и далее датировки даны по А. Г. Вологдину [18]) по меридиану Ямала море находилось за 83° с. ш. В домерском веке раннеюрской эпохи море в виде так называемого Усть-Енисейского залива глубоко вклинилось с северо-востока в пределы материка, вплоть до Полярного круга, но юго-восточный Ямал в эту пору был перекрыт глинисто-алевритовыми осадками лагунно-дельтовой фации. В позднебайосское время среднеюрской эпохи затоплению подвергся шельф Карского моря, и этот бассейн, соединившись с Усть-Енисейским заливом, распространился почти до нынешнего г. Омска. Ямал при этом оказался перекрыт осадками верхней части сублиторали. В конце среднеюрской эпохи (в позднебатское время) море несколько отступило, на территории Ямала морские отложения сменились прибрежно-лагунными, как это уже имело место ранее.

В позднеюрскую эпоху произошла самая крупная в мезозое трансгрессия Арктического бассейна: в позднем оксфорде и кеммеридже море затопило Западно-Сибирскую низменность почти целиком. В. Н. Сакс по этому поводу заметил, что, «по-видимому, все же внутри низменности были острова, служившие источником сноса для Приенисейской части низменности и препятствовавшие обмену фаунами между Приуральской и Приенисейской зонами» [83]. Гряда Уральских гор препятствовала смешению фаун восточноуральского бассейна и бассейна Русской равнины. В поздневолжском веке позднеюрской эпохи территории Ямала перекрывалась глинистыми осадками нижней части сублиторали и псевдоабиссали. По составу фауны

В. Н. Сакс сделал вывод о пониженной солености юрского Арктического бассейна, а может быть, и мирового океана вообще.

Раннемеловая эпоха в целом отмечается сокращением Арктического бассейна, но Ямал на всем протяжении этой эпохи был затоплен опресненными водами, лишенными морской фауны. В эту эпоху, особенно в позднебарремское время, на Ямале откладывался преимущественно песчаный материал. В раннеальбское время произошло некоторое расширение Арктического бассейна: на территории Ямала установился нормальный морской режим. В конце раннемелевой эпохи (в альбском веке) на севере Сибири, т. е. на побережье соответствующего Арктического бассейна, впервые отмечено появление покрытосеменных растений.

В раннетуронское время позднемеловой эпохи началась новая трансгрессия Атлантического бассейна. В коньякский век на территории Западной Сибири произошло некоторое обмеление моря, но в позднесантонское время трансгрессия достигла своего максимального значения для позднемеловой эпохи вообще. Заполнив Печорскую впадину, море через нынешний Пай-Хой сообщалось с Карским и восточноуральским морскими бассейнами, как это уже было в средневаланжинское и раннеальбское времена раннемеловой эпохи, а еще раньше в поздневолжском веке позднеюрской эпохи.

В датском веке позднемеловой эпохи (до 70 млн. лет назад) Арктическое море почти повсюду отступило до его современных границ. В. Н. Сакс отмечал: «Лишь в западной части Западно-Сибирской низменности существовал морской бассейн, открывавшийся к югу. Поскольку в районе Обской губы датские морские отложения сменяются континентальными, можно думать, что этот бассейн не соединялся с Арктическим бассейном» [83, с. 44]. Можно взять на вооружение следующее утверждение В. Н. Сакса: «Первая послемезозойская большая трансгрессия Арктического бассейна, проявившаяся почти на всех его побережьях, имела место лишь в четвертичном периоде, но и она далеко не достигла размаха мезозойских трансгрессий» [83, с. 46].

В табл. 1 по Н. И. Марковскому [49] даны абсолютные датировки отдельных веков (ярусов) меловой системы, упоминавшихся выше. Интерес к этой системе геологов, занимающихся так называемой Ямало-Гыданской синеклизой (прогибом земной коры), очень велик, поскольку установлено, что «...наиболее насыщены газом песчаники раннемелового возраста» [49, с. 19] и что «почти все крупнейшие месторождения газа Ямало-Гыданской синеклизы приурочены в основном к побережью сеноманского моря» [49, с. 23]. В работе Н. И. Марковского [49] приводится серия палеогеографических схем. Из них видно, в частности, что недалеко от истоков современной

Таблица 1

Абсолютная хронологическая датировка отдельных веков меловой системы

Отдел (эпоха)	Век (ярус)	Возраст, млн. лет	Отдел (эпоха)	Век (ярус)	Возраст, млн. лет
Верхний	Маастрихтский (датский)	70	Нижний	Альбский	106
				Аптский	112
	Кампанский	76		Барремский	118
	Сантонский	82		Готеривский	124
	Коньякский	88		Валанжинский	130
	Туронский	94			
	Сеноманский	100			

Хадыты располагалась дельта одной из палеорек раннемелового отдела (эпохи), текущей с северо-запада. Далее можно установить, что р. Танловаяха протекает сейчас почти строго в русле, но навстречу ходу мощной палеореки сеноманского века. К северо-востоку от бассейна Хадыты разведаны месторождения нефти и газа. Таким образом, отдаленное геологическое прошлое территории существенно связано с ее предвидимым будущим.

Геологическая история территории в кайнозойской эре (70 млн. лет назад) для наших целей еще более актуальна, чем история мезозоя. Некоторые сведения о ней можно получить в книге С. А. Архипова, В. В. Вдовина, Б. В. Мизерова и В. А. Николаева [6]. Новейшей (голоценовой) истории мы здесь не затрагиваем, поскольку она является не только предметом следующей специальной главы, но и по существу — постоянным объектом на протяжении всего нашего исследования. Огромное значение в данном контексте имеет геологическая история Полярного Урала, поскольку при всех катаклизмах, обрушивавшихся на ландшафты Южного Ямала, горные системы Полярного Урала оставались естественным убежищем для многих элементов региональной биоты.

При геоморфологическом районировании Западной Сибири бассейн р. Хадыты относится к области морских равнин с наложенными формами водно-ледниковой и аллювиальной аккумуляции [1]. Морской режим с накоплением мощной толщи морских осадков господствовал здесь на протяжении всего палеоцена, эоцена и нижнего олигоцена. К середине олигоцена море покинуло пределы Западно-Сибирской низменности, и с этого времени, вплоть до четвертичного (антропогенового) периода, на территории равнины формировались озерно-речные отложения континентального типа.

К середине антропогена территория современного Ямала перекрылась ледниковым щитом. Перед краем ледника образовалась система озеровидных водоемов, реки нижнего антро-

погена исчезли, а их аллювиальные наносы покрылись чехлом озерных и субаэральных отложений. К началу верхнего антропогена северные ледники постепенно сократились в размерах, а затем и совершенно освободили территорию. Одновременно начала зарождаться (в масштабе Западной Сибири) и современная гидрографическая сеть. По замечанию С. А. Архипова и других [6, с. 100], «в раннем плейстоцене еще не существовало транзитных речных систем со стоком в Северный Ледовитый океан».

Примерно 100—150 тыс. лет назад произошла максимальная санчуговско-салемальская трансгрессия Мирового океана. О масштабах подобных катаклизмов можно судить хотя бы по таким обобщениям глобального порядка, как то, что в позднем плиоцене уровень океана был приблизительно на 200 м выше современного [6].

Трансгрессия отступала постепенно. В наследие от нее сохранился 80—110 (120)-метровый уровень санчуговско-салемальской аккумулятивной морской равнины, который прослеживается на обширных пространствах Ямальского, Тазовского и Гыданского полуостровов, а также междуречий Оби, Полуя, Пура и Таза. Конкретно на Ямале подошва этих осадков лежит ниже современного уровня моря. Вдоль побережья Карского моря санчуговско-салемальская поверхность отпрепарирована 60—70 (80)-метровой казанцевской террасой. Более низкие уровни санчуговско-салемальской равнины в современном рельефе не сохранились.

По мнению упомянутых выше авторов, палеодепрессии, соответствующие очертаниям Обской и Тазовской губ, образовались как раз в период регрессии санчуговско-салемальского моря, так что именно санчуговско-салемальское море определило и основные орографические черты современного нижнего Приобья. В дальнейшем этот рельеф подвергся денудационно-эрозионной переработке, а затем был основательно видоизменен деятельностью ледника зырянского оледенения. Ледниковые и водно-ледниковые отложения последнего и перекрыли с поверхности ландшафты санчуговско-салемальской морской равнины.

Поздний плейстоцен для Ямала ознаменовался эемской (бореальной) трансгрессией Полярного бассейна. В эпоху зырянского оледенения бассейн Хадыты был перекрыт предгорными ледниковыми покровами и слившимися языками ледников. Начало материковой стадии зырянского оледенения датируется примерно 65 тыс. лет назад, а окончание — 32 тыс. лет. Упомянутое оледенение имело сложную хронологическую природу, так что в нем специалистами довольно отчетливо выделяются первая стадия, протяженностью около 10 тыс. лет; затем межстадиал (период потепления), протяженностью около 6000 лет; и наконец, вторая стадия, выраженная на протяжении примерно 12 тыс. лет. Радикальное потепление наступило в каргинское

время, датируемое Н. В. Кинд [37] периодом от 30 до 22—24 тыс. лет назад. Вполне очевидно, что теплые периоды сопровождались интенсивным русловыми процессами, тогда как фазы похолодания были сопряжены с не менее интенсивными «сглаживающими» геоморфологическими деформациями.

Сартанское оледенение приходилось на интервал времени от 22 до 14 тыс. лет назад. Оно соответствует наибольшему похолоданию и оледенению в горах. Позднесартанское время отвечает интервалу времени от 11—10 до 14 тыс. лет назад. Н. В. Кинд [37] в пределах позднесартанского времени выделяет периоды потепления, пики которых датируются соответственно в 13 800±1500 лет и 11 450±300 лет назад.

«Приполярные и заполярные районы Западно-Сибирской равнины лежат в области значительных четвертичных опусканий. Вследствие этого после максимального оледенения они подвергались повсеместному затоплению водами арктического моря, под осадками которого были погребены все неровности древнего рельефа» — это утверждение С. А. Архипова, В. В. Вдовина, Б. В. Мизерова и В. А. Николаева [6, с. 229] может служить руководящим для всех последующих построений.

Уместо заметить, что последняя максимальная трансгрессия Мирового океана произошла на пространствах всего арктического бассейна около 6000 лет назад [38, 39]. Эта трансгрессия не имела таких чудовищных масштабов, как, например, санчуговско-салемальская, однако и она причинила субарктическим ландшафтам немалые разрушения. Характерно, что современная зона лесотундры совпадает с областью развития морских четвертичных равнин эпохи максимальной трансгрессии [1].

Экспансия леса конкретно в бассейн р. Хадыты происходила, надо полагать, на протяжении всех упоминавшихся выше теплых периодов, но последний тур экспансии надо исчислять, повидимому, с низов голоцена. Последняя трансгрессия Мирового океана могла «отбросить» единый лесообразовательный процесс в долине Хадыты, примерно до устья р. Паюседаяхи. В низовьях реки тогда господствовали полуводные экосистемы литорали, а в верховьях — мощные леса таежного типа. Последующая экспансия леса в центральную часть долины Хадыты могла происходить одновременно по двум каналам: с одной стороны, с верхнего участка долины, не подвергавшегося прямому воздействию последней морской трансгрессии, а с другой — от прилегающего плато, т. е. в конечном итоге — от рефугиумов Полярного Урала, не подверженных даже самым внушительным катаклизмам.

Глава II

ГЕОГРАФИЯ И ГИДРОЛОГИЯ ЮЖНОГО ЯМАЛА В ГОЛОЦЕНЕ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА р. ХАДЫТЫ

Голоценовый период — последний в геологической истории Земли — привлекает в настоящее время огромное внимание исследователей. Хронологические датировки его начала у разных авторов расходятся от 8 до 20 тыс. лет назад. Как заметили по этому поводу Л. Г. Динесман, М. И. Нейштадт и К. К. Флеров [27, с. 10], «вероятно, точное определение этой границы имеет принципиальное значение только для стратиграфии четвертичных отложений. Биологический смысл длительной дискуссии, ведущейся по этому вопросу геологами и палеогеографами, весьма сомнителен. Нижнюю границу голоцена, как и всякий хронологический рубеж эволюционного процесса, нужно понимать как переходный отрезок времени, имеющий значительную протяженность».

Для нас, однако, этот вопрос имеет существенное значение, поскольку именно с нижней границей голоцена связаны разрушения ледникового покрова и формирование экосистемы бассейна р. Хадыты. Можно присоединиться к авторитетному мнению упомянутых выше авторов и считать продолжительность голоцена равной 12 тыс. лет, подразделяя его на древний, ранний, средний и поздний. Более конкретна точка зрения Н. В. Кинд [38, с. 9], которая утверждает, что «...наиболее четкий климатический рубеж падает на 10 000 лет от современности. Он выразился в быстром потеплении после существенного похолодания в позднем дриасе, которому отвечают ледниковые подвижки на многих территориях Северного полушария (стадия вальдерс в Северной Америке, норильская стадия в Сибири и др.). Этот рубеж в 10 200±100 (лет назад) отмечен на всех территориях Старого и Нового Света. Большинством исследователей это время рассматривается как естественная граница между плейстоценом и голоценом».

В дальнейшем Н. В. Кинд [39] приводит дополнительные аргументы в пользу своей точки зрения. В перечне главнейших палеоклиматологических методов Н. В. Кинд [39] отсутствует

Таблица 2

Важнейшие внутриголоценовые климатологические «катаклизмы»

Время, лет назад	Характер палеоклиматологического явления
10 200±100	Начало голоцена
9 500—9 800*	Первое глобальное (в Сибири — питско-игаркинское) похолодание
8 300—8 500*	Вторая волна глобального похолодания
7 800—8 000	Начало потепления
6000	Кульминация уровня Мирового океана
4500	Третья волна глобального похолодания, понижение уровня Мирового океана
2000	Четвертая волна похолодания
500—700*	Глобальное похолодание — «малый ледниковый период»

Примечание. Цифры, отмеченные звездочкой, приводятся в работе [38], остальные — в [39].

указание на возможность использования для датировок всевозможных речных русловых деформаций, а мы для Хадыты подозреваем в перспективе такую возможность, особенно в сочетании с дендрохронологическим анализом.

В табл. 2 нами сведены некоторые палеоклиматологические датировки Н. В. Кинд [38, 39], имеющие глобальное значение, а стало быть, актуальные и для нашего исследования. Вполне очевидно, что понижения уровня Мирового океана сопровождались интенсификацией эрозионных и русловых процессов на суше. В периоды потепления таежная растительность продвигалась даже по плакорам на сотни километров к северу. Так, в период климатического оптимума (около 6000 лет назад) таежная зона, вероятно, захватывала всю таежную половину Ямала, там, где последняя не перекрывалась водами кульминационной морской трансгрессии. Во всяком случае, консервация исходного ядра хадытинского таежного комплекса могла произойти не позже 4500 лет назад. Раньше это могло иметь место в любом из периодов внутриголоценовых потеплений, вплоть до границы между голоценом и плейстоценом.

Предварительно следует иметь в виду, что термический режим отнюдь не коррелирует с увлажненностью территорий.

Строение долины р. Хадыты и ее притоков, элементы динамики русла, палеогидрология и периодизация

В 1979 г. по данным аэрофотосъемки нами была построена карта долины р. Хадыты и главных ее притоков. Северная и центральная части бассейна выполнены в масштабе 1 : 34 000, южная — в масштабе 1 : 28 000. Границы долин дешифровались вполне надежно по стереоизображению территории; так называемые «вееры перемещения русла» [76] препарировались по

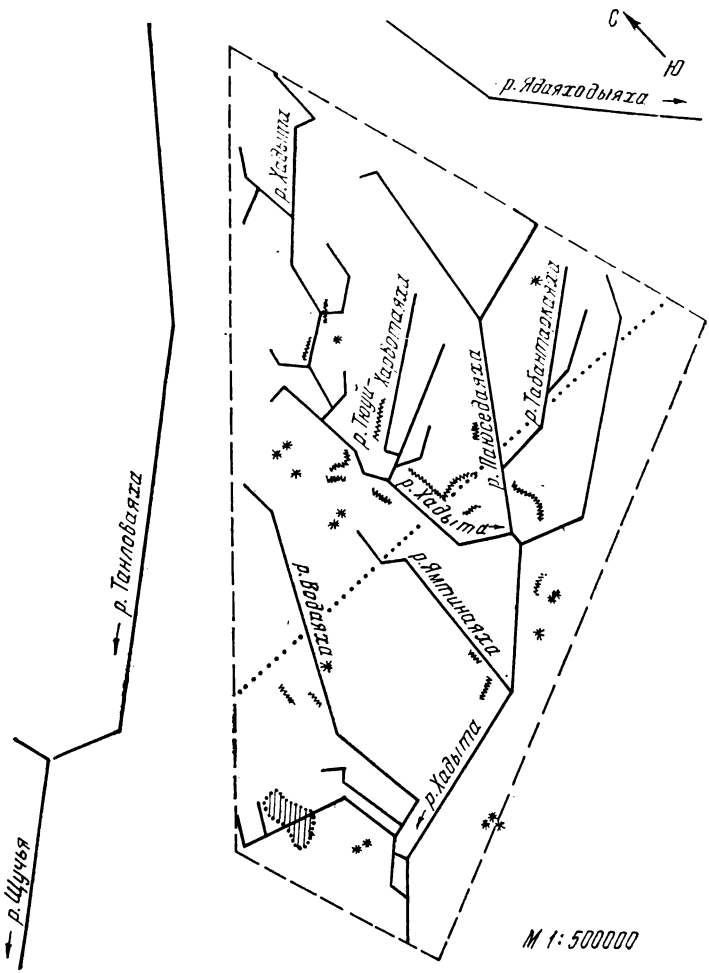


Рис. 2. Схематическая карта бассейна р. Хадытаяхи.

фотоизображению растительности. Гидрографическая обстановка на момент съемки (при меженном уровне) отражена на карте документально. Фрагменты карты будут приводиться в тексте по мере необходимости, а на рис. 2 показана схематическая карта бассейна Хадыты, полезная при чтении всех последующих глав.

Для удобства всех последующих построений долина Хадыты подразделена на три участка: верхний — от истоков реки до впадения в нее слева крупнейшего притока — р. Паюседаяхи; средний — от устья Паюседаяхи до вхождения Хадыты в пределы

Таблица 3

Статистические характеристики отдельных участков Хадыты и ее притоков по состоянию на момент съемки

Наименование признака, единицы измерения	Река или ее участок					
	Табантаркаяха	Водаяха	Паюседаяха	Верхняя Хадыта	Средняя Хадыта	Нижняя Хадыта
Длина русла, км	18	39	47	79	62	38
Длина долины, км	11	20	24	41	28	23
Коэффициент извилистости русла	1,64	1,95	1,96	1,93	2,21	1,65
Средняя ширина долины, км	0,563	1,12	1,315	1,60	3,99	12,0
Площадь долины, км^2	6,2	22,4	31,6	64,0	111,7	276
Средневзвешенное отклонение русла реки от оси долины, км	Влево 0,119	Влево 0,27	Влево 0,41	Вправо 0,196	Вправо 0,78	—
Средняя ширина русла реки, м	—	34,0	47,8	61,5	74,9	74,0
Площадь русла, км^2	—	1,3	2,2	4,9	4,6	2,8
Колич. излучин	58	105	93	117	72	60
Средний радиус закругления излучин, м	148	177	209	260	440	321
Средняя длина излучины, м	310	371	505	675	861	567
Средний внутренний угол излучины, град.	120	120	138	149	112	101
Средняя длина хорды, м	256	307	390	501	730	495
Сумма длин хорд, км	14,8	32,2	36,3	58,6	52,6	29,7

долины р. Оби (примерно 37—38 км по руслу вверх от пункта впадения Хадыты в Воронковский Сор, район фактории «Хадыты») и нижний участок.

Для производства различных статистических измерений и наблюдений границы долин рек условно выровнены плавными кривыми линиями, сообразно которым построены осевые линии долин. Русла рек, как и осевые линии долин, размечены километровыми засечками. Перпендикулярно осевым линиям через каждый километр по оси проведены сечения, которые в дальнейшем для краткости будем называть «нормалями».

В табл. 3 приведены некоторые, на наш взгляд, важнейшие статистические показатели для отдельных участков Хадыты и ее притоков. Последние закартированы не на всем их протяжении (как, впрочем, и сама р. Хадыта), а преимущественно лишь до верхней (по течению) границы леса. В таблице «зашифровано» огромное количество статистической информации о бассейне. По существу, мы можем сейчас изобразить Хадыту и ее притоки в виде системы статистических гармоник, очень точно передающих «геометрические и статистические образы» объектов в конкретный момент их непрерывной динамики. Смысл этой формальной процедуры полностью раскрывается, если учесть, что все это проделано по состоянию на 1965—1966 гг. Действительно, достаточно продублировать все эти измерения по материалам аэрофотосъемки, например, в 1985—1986 гг., чтобы получить представления о текущей динамике данного аллювиального ландшафта. Более того, по полученным из карты каким-то фрагментарным представлениям о прошлом, например, о средних радиусах закругления излучин для заведомо одновозрастных стариц, можно заниматься палеогидрологическими и прочими реконструкциями с формализованным статистическим материалом в руках. Известно, например, что размеры излучин при прочих равных условиях тесно коррелируют с площадью водосбора, а шире — с обводненностью того или иного исторического периода (см. об этом у Г. Дьюри; цит. по [76]). Подобного рода эмпирических обобщений в гидрологии множество, а реки Ямала вообще замечательны тем, что общие закономерности проявляются на них в обнаженном и отчетливом виде.

Стоит, однако, подчеркнуть, что мы высоко ценим возможности такого признака как радиус закругления излучины. Устанавливается он элементарно просто по всей протяженности реки (по карте) путем «вписывания» в закругления градуированной радиальной палетки. Так же находятся геометрические центры излучин. Шаг излучины, длина и внутренний угол легко определяются путем геометрических вычислений через общую протяженность русла и численность излучин.

Возвращаясь к основному предмету раздела, следует обратить внимание на два чрезвычайно важные, на наш взгляд, обстоятельства. Первое из них состоит в том, что по северному по-

бережью Воронковского Сора, куда впадает р. Хадыта, прослеживаются вполне четко восемь пунктов (не считая текущего), в которых Хадыта имела (и имеет в паводок) внушительный русловый сток в сор. Местами эти русла просматриваются даже на дне Воронковского Сора. Можно, разумеется, считать систему всех этих русел единой современной дельтой р. Хадыты, но даже поверхностное знакомство с местностью и с аэрофотоснимками приводит к убеждению, что здесь мы имеем дело с некоторой хронологической последовательностью, а именно — с системой палеорусел Хадыты.

Надо вспомнить так называемый «закон Бэра», сформулированный К. М. Бэром (1792—1876 гг.) в 1856 г. Благодаря главным образом А. Ф. Миддендорфу, позднее установлено, что приоритет в открытии этого закона принадлежит сибирскому историку и натуралисту П. А. Словцову (1767—1843 гг.), еще в 1827 г. впервые объяснившему асимметрию долин сибирских рек влиянием вращения Земли. В 1859 г. французский физик Бабине дал наиболее универсальную формулировку закона, тогда как еще в 1835 г. тоже французский физик Кориолис в сугубо абстрактной форме выразил размер ускорения, получаемого телом вследствие движения его относительно другого вращающегося тела. В наиболее общем виде закон гласит, что в каком бы направлении ни текли реки (кроме экваториального), они испытывают влияние вращения Земли, выражающееся в неравномерном подмывании правого и левого берегов. Правый (по течению) берег реки испытывает действие силы инерции движения воды («силы Кориолиса»). Ускорение Кориолиса для реки выражается формулой

$$W = 1{,}5 \cdot 10^{-4} \cdot v \cdot \sin \varphi,$$

где v — скорость течения; φ — широта местности. Из формулы видно, что на полюсах Земли ускорение Кориолиса достигает максимального значения, а на экваторе оно отсутствует.

Хадыта расположена в целом примерно под 67° с. ш. Если принять среднюю скорость ее течения 0,5 м/с, то кориолисово ускорение для Хадыты выразится величиной 0,0069 см/с^2. Для нас важно, что соответствующая кориолисова сила должна постоянно отклонять русло реки от ее текущего состояния вправо, что мы и видим совершенно отчетливо у устьевой части реки.

На рис. 3 схематически показан ход перемещения пункта впадения Хадыты в Воронковский Сор. Как уже ясно из контекста, мы исходим из гипотезы, что «самая старая» Палеохадыта впадала либо в протоку в самой крайней восточной части нынешнего Воронковского Сора, либо непосредственно в Обь, но затем неудержимо отклонялась к западу. Мы не утверждаем, что Хадыта строго следовала этому правилу; вероятней всего, она более или менее свободно «блуждала» вправо и влево, но интегральным результатом всех этих перемещений было все-

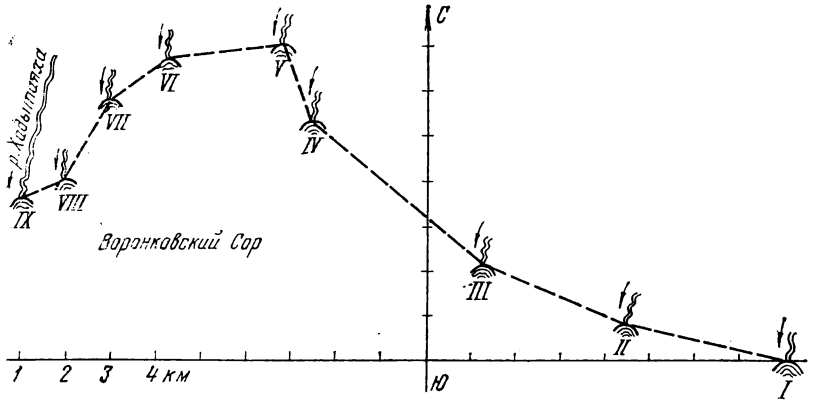


Рис. 3. Ход смещения пункта впадения р. Хадытаяхи в Воронковский Сор.
I — IX — пункты впадения.

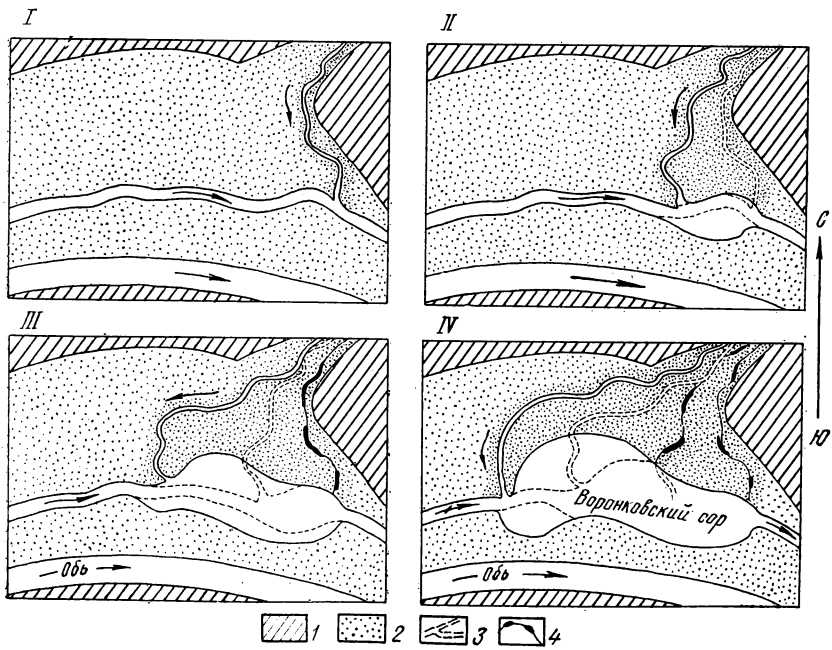


Рис. 4. Гипотеза образования Воронковского Сора.
1 — плакор, *2* — аллювиальные отложения, *3* — палеорусла р. Хадыты, *4* — старицы.

таки уклонение вправо. Кстати, к востоку от «самой древней» Палеохадыты, параллельно ее руслу на расстоянии около 2,5 км, пролегает коренной берег долины Оби, так что Хадыте там его не преодолеть. К западу же от современного устья Хадыты простирается высокая пойма Оби, куда и будет постепенно смещаться основное русло нашей реки.

Вообще мы склоняемся сейчас к убеждению, что современный Воронковский Сор создан движениями Палеохадыты при «содействии» одной из обских проток. Суть нашей гипотезы иллюстрирует рис. 4. Весьма знаменательно, что современные мелкие протоки из Воронковского Сора на юг в Обь расцениваются по нашей схеме как палеорусла Хадыты — той Хадыты, которая при отсутствии перпендикулярной ее течению обской протоки впадала непосредственно в Обь. Сор по нашей гипотезе образовался путем размывания водами молодой протоки Оби, протекающей в широтном направлении, меридиональных гряд, ложбин и конусов выноса склоняющейся к западу Хадыты, понимаемой в ее естественно-исторической динамике.

По нашим данным, за время своего существования р. Хадыта в своей устьевой части сместилась к западу примерно на 17 км, если не считать расстояния между самым крайним восточным палеоустьем Хадыты и ближайшим коренным берегом долины Оби, которого Хадыты, вероятно, неоднократно достигала. Самое замечательное в этом процессе то, что в короткой истории Хадыты было, по крайней мере, не меньше восьми периодов, когда ее русло по каким-то причинам надолго стабилизировалось, тогда как между этими периодами оно более или менее свободно блуждало в своей устьевой части по необъятным просторам поймы Оби. Таким образом, глобальная периодизация голоцена, показанная в табл. 2, нуждается в нашем случае в некоторой ревизии. Пока можно утверждать, что периоды относительной стабилизации русла р. Хадыты в ее устьевой части связаны с какими-то региональными палеогидрологическими и палеоклиматологическими ритмами.

С другой стороны, реки, как и овраги, растут в длину в верховьях. Иными словами, чем дальше от устья расположен тот или иной участок долины реки, тем он исторически моложе, если исключить отдельные случаи, когда река перехватывает своими верховьями сток другой, более старой реки, или когда река наследует какое-то палеорусло и т. п. Как мы подчеркивали, вся река молодая, и, вероятней всего, она развивается именно по идеальной классической схеме. Если это действительно так, то элементы исторической стабилизации русла должны прослеживаться не только в устье, но и на вышележащих отрезках реки: в целом чем выше от устья расположен участок долины, тем он моложе.

Мы уже упоминали о «нормалях» как сечениях долины, перпендикулярных ее оси. Нормали проложены нами по собствен-

Таблица 4

Изменчивость ширины долин и числа пересечений нормалями старых русел рек бассейна Хадыты

Река или ее участок	Число пересечений русел нормалью								Среднее число пересечений / Средняя ширина долины
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Табантарка	7* / 0,48	4 / 0,71	—	—	—	—	—	—	1,36 / 0,563
Водаяха	5 / 0,91	5 / 0,93	6 / 1,24	1 / 1,19	3 / 1,51	—	—	—	2,60 / 1,120
Паюседаяха	2 / 0,99	9 / 1,14	8 / 1,33	5 / 1,74	—	—	—	—	2,67 / 1,315
Верхняя Хадыта	7 / 1,29	13 / 1,39	8 / 1,61	9 / 2,03	3 / 1,98	—	—	—	2,70 / 1,600
Средняя Хадыта	—	1 / 3,16	3 / 3,80	4 / 3,14	4 / 4,04	10 / 3,67	3 / 4,54	4 / 5,54	5,82 / 3,90

* В числителе — число наблюдений, в знаменателе — средняя ширина долины, км.

ной карте через каждый километр протяженности долин. Что собственно представляет собой любая речная старица? Веера перемещения русла дают наглядные и убедительные доказательства непрерывных блужданий русла реки, но в эту систему береговых валов и ложбин, с геометрической точностью чередующихся по сечению поймы, вторгается старица, т. е. более широкая и глубокая ложбина с более мощными береговыми валами. Вполне очевидно, что старица (или отмирающая протока) как раз и является элементом стабилизации русла реки в отдаленном историческом прошлом. Исходя из этого нами в пределах каждой нормали подсчитано число ее пересечений старицами. Старица, пересекаемая нормалью дважды и более, естественно, считалась за одну. Русло какого-либо крупного притока, пересекаемое нормалью, также засчитывалось, поскольку оно вполне могло унаследовать одно из палеорусел главной реки. В учет включалось и современное русло реки. Результаты этого наблюдения приведены в табл. 4. Анализ данных таблицы следует предварить, на наш взгляд, замечанием крупного знатока русловых процессов И. В. Попова [76, с. 115]: «...число грив — старых береговых валов на пойме, приходящееся на единицу длины плана (например, на каждый его сантиметр), в разных частях поймы примерно одинаково. Значит, такие веера перемещения русла создавались в условиях примерно одинаковой водоносности

реки». Действительно, строение вееров перемещения поражает своей регулярностью, но появление старицы в профиле долины отражает существенное нарушение «нормальной» водоносности реки. К сожалению, все реки, указанные в табл. 4, за исключением среднего отрезка Хадыты, закартированы нами не от самых истоков, поэтому данные таблицы имеют не абсолютный, а относительный характер. Прокомментировать эти сведения можно следующим образом.

Р. Табантарка является притоком р. Паюседаяхи. По размерам бассейна и водоносности она аналогична самому верхнему, практически безлесному отрезку Хадыты, не отраженному в наших построениях. Реки Водаяха и Паюседаяха в какой-то степени аналогичны Верхней Хадыте, хотя несколько уступают ей по всем параметрам (см. табл. 3). Средняя Хадыта существенно мощнее, а Нижняя Хадыта вообще выпадает из данного ряда, поскольку протекает, собственно говоря, в долине Оби, т. е. подчиняется принципиально иным закономерностям. С учетом этого надо отметить, что число пересечений нормалями старых русел рек закономерно увеличивается от истоков рек к их устьям практически пропорционально увеличению ширины долин, размеров водосбора и абсолютного возраста соответствующих рек или отдельных участков одной и той же реки. Самое замечательное, что из 124 наблюдений лишь в трех случаях количество пересечений оказалось больше восьми, да и то в нижней части Средней Хадыты, где из-за сложной конфигурации чрезвычайно длинных проток мы легко могли одну и ту же (генетически) протоку или старицу посчитать дважды. Таким образом, данные табл. 4 вполне отчетливо подтверждают нашу гипотезу о том, что в истории бассейна Хадыты было не меньше восьми периодов, в которые русла рек (имеющихся к началу того или иного периода) по каким-то причинам стабилизировалось на всем их протяжении.

Вдаваться в природу этой периодизации, как и в ее хронологические характеристики, мы сейчас не можем, но есть уверенность, что это можно будет сделать в процессе дальнейших и действительно комплексных исследований, т. е. на более разностороннем естественно-историческом фоне. Достаточно подчеркнуть, что в периоды, так сказать, «стабилизированного русла» долины рек должны были расти главным образом в длину (в верховьях рек), а между этими периодами (в периоды «нестабилизированного русла») могли увеличиваться преимущественно в ширину. В палеолесоводственном или (шире) в палеоэкологическом смысле это обстоятельство следует понимать так, что периодам стабилизированного русла могли соответствовать вспышки или пики лесообразовательного процесса в долинах рек, а в периоды нестабилизированного русла лесообразовательный процесс замедлялся и, более того, некоторые уже существующие массивы разрушались.

Достаточно реальным представляется и то, что периоды стабилизированного русла при прочих равных условиях (если такое возможно вообще) хронологически соответствуют моментам понижения базисов эрозии, а периоды нестабилизированного русла — моментам их повышения. Положение главного базиса эрозии для Хадыты зависит преимущественно от водоносности Оби, но в опосредованном стоком Оби виде — и от уровня Мирового океана в пределах Карского моря.

Недостатком наших исследований является отсутствие каких-либо абсолютных датировок. Мы не знаем даже, когда начала образовываться Хадыта: в начале голоцена или после великой трансгрессии Мирового океана (после 6000 лет тому назад).

Морфология долин рек бассейна Хадыты в вариационно-статистическом аспекте достаточно отражена в табл. 3 и 4. К этому уместно добавить два замечания феноменологического порядка. Во-первых, в нескольких хорошо известных нам пунктах р. Хадыта размывают в настоящее время коренной берег, т. е. плакорное плато, и в дальнейшем полезно исследовать эти ситуации специально. Во-вторых, кое-где в долине Хадыты встречаются останцы плакора. Последние представляют огромный интерес, поскольку в них зональные тундровые биогеоценотические комплексы оказались под мощным воздействием микроклиматических условий речной долины.

Структура и динамика водораздельных пространств

Река Хадыта имеет падение русла примерно от высоты 50 м над ур. м. практически до нуля. Наивысшая точка в бассейне реки имеет абсолютную отметку 75 м над ур. м. Приближенные вычисления показывают, что 30 % площади бассейна лежит ниже отметки 25 м; 61 % — между отметками 25 и 50 м и лишь 9 % площади расположено выше отметки 50 м. Средневзвешенная по площади высота бассейна составляет, таким образом, всего 32,25 м над ур. м.

Нами был закартирован полигон, площадью более 180 км^2, пересекающий водораздел между реками Танловаяха и Хадытаяха в самом узком и, надо полагать, соответственно наиболее динамичном месте. Побывать на этом трансекте не довелось. Тем не менее, благодаря материалам аэрофотосъемки, можно высказать ряд вполне надежных и основательных суждений о состоянии и динамике данного элемента регионального ландшафта. Вообще мы разделяем убеждение Ю. Одума [63, с. 360]: «...ориентировочные ответы и предсказания относительно существенных моментов в конечном итоге важнее точного знания несущественных деталей». Аэрометоды, как правило, позволяют объективно отделить существенные моменты от несущественных.

Таблица 5

Относительное распределение площади водораздела рек Танловаяхи и Хадытаяхи (на трансекте) по категориям земель

Элемент ландшафта	Линейная протяженность контуров, км	Распределение, % от общей площади
Озера (водная поверхность)	10,234	22,9
Осушенные днища озер	11,798	26,4
Непереработанный озерами плакор (останцы)	21,352	47,7
В том числе полигональная тундра	3,230	7,2
Долины речек и ручьев	1,360	3,0
Итого . . .	44,744	100,0

На трансекте были отдешифрированы гидрологическая сеть, озера, особо выделены коренные озерные берега и участки полигональной тундры, приуроченные исключительно к плоским возвышенностям, своего рода останцам плакора, никогда не подвергавшимся переработке термокарстовыми озерами. В долине р. Танловаяха установлено наличие древесной растительности. Подавляющая часть водораздела несет следы интенсивнейших преобразований поверхности деятельностью многочисленных термокарстовых озер. Собственно водоразделение озера, как правило, имеют сток и в Танловаяху, и в Хадытаяху, причем в годы с повышенной водностью воды изливаются в оба бассейна, а при низких запасах воды сток происходит в какомнибудь одном направлении. Выделить линию водораздела не представляется возможным; выделяется полоса, шириной около 2—3 км, которую в разные годы при строгом подходе следовало бы относить к какому-то одному из бассейнов. Ручьи и речки, текущие в Хадыту, в целом более короткие, извилистые и имеют более крутое падение.

В табл. 5 приведена структура водораздельного пространства в виде распределения площадей по нескольким категориям земель. Распределение получено не путем чрезвычайно трудоемкого вычисления площадей контуров, а путем подсчета относительной протяженности контуров по трем параллельным сечениям трансекта, общей длиной 44,74 км. Сечения проложены через 2,38 км одно от другого. Линейные соотношения между отдельными категориями земель пересчитаны на площадь, что вполне правомерно.

По-видимому, данные табл. 5 можно без особых погрешностей распространить на всю территорию бассейна Хадыты. Следует заметить, что на нашем трансекте крупные массивы полигональной тундры тяготеют к придолинной полосе р. Танловаяхи, в самих долинах участки полигональной тундры встречаются существенно реже, чем на плакоре. Об обводненности долин рек можно судить по данным табл. 6, откуда видно, что в межень

Таблица 6

Обводненность долин Хадыты и ее притоков

Реки	Колич. озер	Площадь, га		Средняя площадь озера, га	Обводненность, %
		озер	русла		
Верхняя Хадыта	308	543,30	490	1,76	16,15
Средняя Хадыта	472	1827,28	460	3,87	20,48
Паюседаяха	214	269,74	220	1,26	15,50
Водаяха	207	359,63	130	1,74	21,86
Итого . . .	1201	2999,95	1300	2,50	18,72

она близка к обводненности плакоров. Обводненность нижнего участка долины Хадыты чрезвычайно велика (до 30 % в межень), но она резко колеблется даже в течение суток в зависимости от состояния соров, нагонных явлений и т. п.

Возвращаясь к вопросам динамики водораздельных пространств, следует заметить, что в структуре отдельных озерных систем прослеживаются некоторые элементы периодизации, о которой мы рассуждали в предыдущем разделе. На рис. 5 показана одна из таких систем, расположенная в пределах нашего трансекта. Здесь отчетливо выделяются четыре уровня «стабилизированной обводненности». Каждый из уровней хорошо выделен уступом, различимым на стереоизображении территории. Замечательно, что каждому уровню соответствует своя текстура фотоизображения растительности. Последняя как бы отпрепарировала все изменения обводненности территории и не оставляет сомнения в том, что уровень водораздельных водоемов в целом неуклонно срабатывается и этот процесс дискретен. По-видимому, имеет смысл в дальнейшем поискать элементы синхронизации превращений ландшафта на плакорах и в долинах. Мы отдаем себе отчет в том, что одно и то же термокарстовое озеро сравнительно стабильных размеров в ходе своих блужданий способно видоизменить весьма значительную территорию. Например, В. В. Крючков [44, с. 48] отмечал: «Термокарстовые озера — чрезвычайно динамичные образования. Они непрерывно перемещаются по равнинной территории с подземными льдами со скоростью от 1—3 до 6—10 м и более (надо полагать, в год — *В. П.*)». Особенно существенные и резкие преобразования ландшафта происходят в тех случаях, когда озеро, размыв перемычку, изливается в нижележащий водоем, а эти явления в тундре, судя по всему, широко распространены.

Для некоторых озер за пределами речных долин весьма несложно установить в плане геометрическую ось и направление их смещения, т. е. последний оказывается векторизован. Для нескольких десятков озер подобного типа в разных частях бассей-

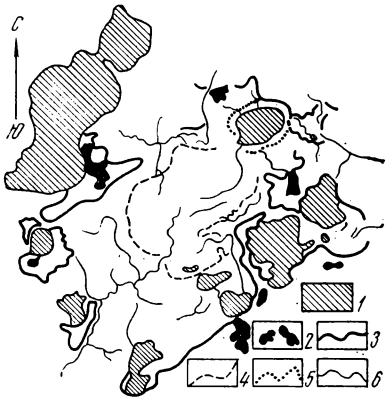


Рис. 5. Фрагмент карты водораздельного пространства.

1 — современные озера при меженном уровне, *2* — полигональная тундра, *3* — верхний коренной берег озерной системы, *4* — береговой уступ 2-го порядка, *5* — береговой уступ 3-го порядка, *6* — элементы гидрологической сети.

на упомянутая процедура нами была проделана по аэрофотоснимкам. В результате установлено, что все они смещаются в северо-западном и северном направлениях в отдельных случаях на 500 м и более. Механизм этого смещения отнюдь не прост, но основную роль здесь, судя по всему, играет направление преобладающих ветров летнего периода. Вполне очевидно, что отмеченная тенденция имеет огромное геоморфологическое значение. Она отражается на формировании и перестройках гидрографической сети, а следовательно, и на всей экологической обстановке. Ближайшей задачей является определение текущих скоростей рассматриваемого процесса.

Звездочками на рис. 2 обозначены местоположения нескольких самых крупных (диаметром 40—50 м и более) бугров-гидролакколитов, называемых в Якутии булгунняхами. Как видим, в их размещении нет какой-либо системы, но не исключено, что система обнаружит себя на более широком географическом фоне. Во всяком случае в долинах рек гидролакколитов нет. Оценки скорости формирования бугров расходятся у разных исследователей на три порядка величин (от нескольких лет до нескольких тысяч лет; см. [96]). По-видимому, для более строгого решения этого вопроса полезно применить ретроспективный геоботанический анализ, т. е. проследить изменчивость растительного покрова бугров в зависимости, например, от их размеров, степени разрушенности и т. п.

В некоторых частях бассейна, иногда на значительном удалении (до 4—5 км) от кромки современных сравнительно нешироких речных долин, т. е. в пределах плакора, по стереомодели при дешифрировании аэрофотоснимков обнаружены весьма четкие уступы. На нашей рабочей карте они отражены детально, а на рис. 2 показаны схематически. Мы не беремся объяснить их происхождение, хотя очень соблазнительно рассматривать их либо как элементы палеогидросети, либо как элементы проседания земной поверхности под воздействием теплового стока реки. В перспективе и этот момент заслуживает специального индикационно-геоботанического анализа.

Северная граница распространения лиственничных редколесий на плакорах ориентировочно показана на рис. 2 пунктиром.

Там же штриховкой выделен особенно крупный приводораздельный лесной массив. По своим биогеоценологическим особенностям упомянутые редколесья не имеют ничего общего с таежными массивами в долинах рек. В будущем необходимо установить генотипические различия хотя бы между ценопопуляциями лиственницы в данных массивах.

В итоге заметим, что абсолютно все упомянутые динамические моменты имеют непосредственное экологическое значение и, более того, именно экологическими средствами они могут быть в перспективе исчерпывающим образом объяснены. За рамками обсуждения оказалось, на первый взгляд, множество исторических и динамических явлений в бассейне, но некоторые из них еще будут рассмотрены в последующих главах.

Глава III

ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ДОЛИНАХ р. ХАДЫТЫ И ЕЕ ПРИТОКОВ

Лесообразовательный процесс в долинах Хадыты и ее притоков мы считаем ключевым к пониманию динамики всех прочих физико-географических и биологических явлений в данной местности. В настоящей главе мы систематизируем все сведения о хадытинском таежном массиве, отдавая предпочтение представлениям о его генезисе.

Современное состояние хадытинского таежного комплекса (статистические данные)

Как было сказано выше, хадытинский таежный массив закартирован нами почти в полном объеме по материалам аэрофотосъемки. На рис. 6 мы стремились отразить горизонтальную структуру массива, прорисовывая все детали вееров перемещения русла и чередования в пространстве долины лесных гряд.

Масштаб снимков не позволял нам дешифрировать состав древостоев. Практически были исключены возможности измерительного таксационного дешифрирования, лишь в единичных случаях можно вычислить высоту древостоев по падающим на водную поверхность теням. В этих обстоятельствах огромное значение приобретают обыкновенные ландшафтные фотографии местности, если они имеют четкие хронологические и топографические привязки.

По карте методом линейных трапеций вычислены площади лесных контуров. Результаты этих вычислений показаны в табл. 7. В ней показаны площади именно древостоев, поскольку площади узких межгрядовых необлесенных ложбин по мере возможности из расчетов исключены. Как видим, наивысшей лесистостью отличаются долины среднего участка Хадыты и р. Водаяхи, меньше всего облесена долина Нижней Хадыты. В среднем лесистость закартированных участков долин достигает 15 %. Во всех случаях лесные полосы тяготеют либо к современному руслу рек, либо к старицам. Во внешних зонах долин лесная растительность практически отсутствует. Там преобладают округлые озера смешанного происхождения (внутрен-

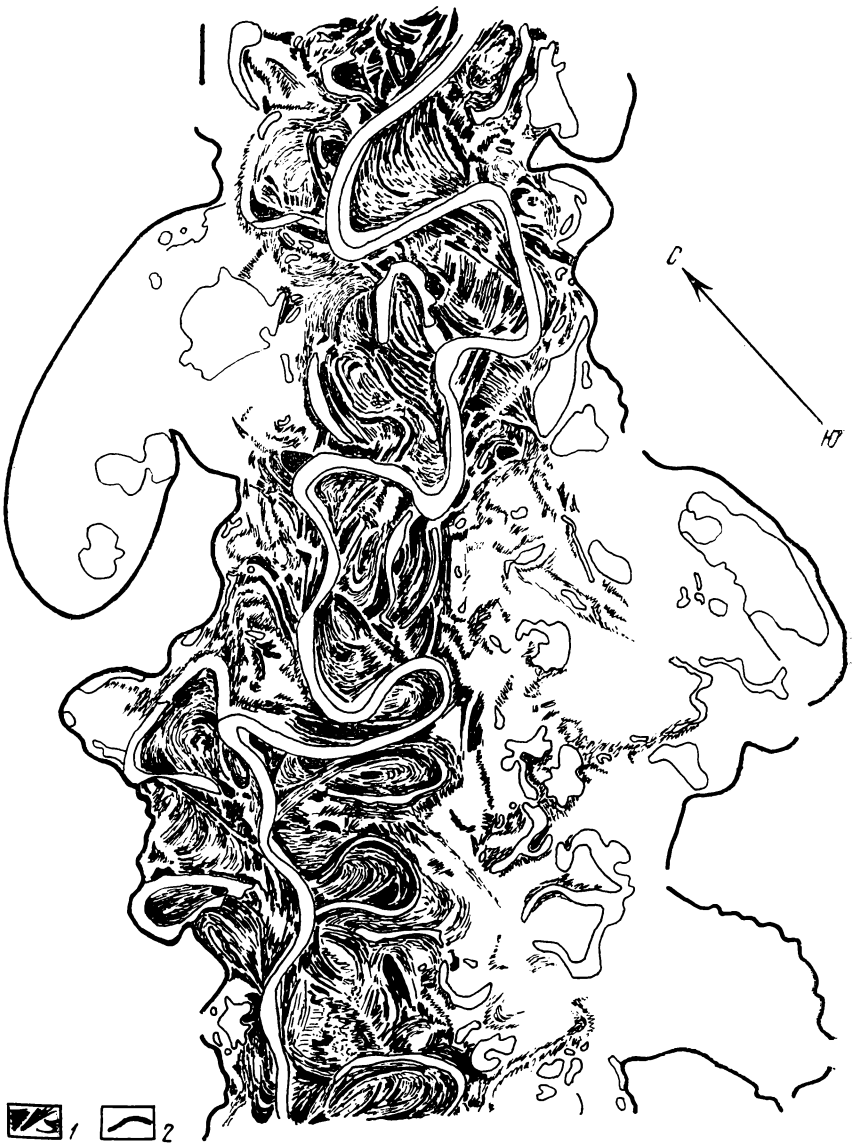


Рис. 6. Фрагмент карты хадытинского таежного массива.
1 — лес, *2* — граница долины.

Таблица 7

Лесистость долины Хадыты и ее притоков

Реки	Площадь учтенного леса, га	Лесистость, %	Реки	Площадь учтенного леса, га	Лесистость, %
Верхняя Хадыта	1078,04	16,8	Нгаркатабан-таркаяха . . .	75,72	—
Тюуй-Харвотаяха	62,55	—	Ямтинаяха . . .	138,72	—
Паюседаяха . . .	605,15	19,2	Нижняя Хадыта	1498,32	5,4
Табантаркаяха	72,55	11,7	Водаяха	681,46	30,4
Средняя Хадыта	3674,92	32,9	Итого . . .	7887,43	14,9

няя часть древней речной петли срезается термокарстом и заливается водой). Там же следует искать и наиболее древние захоронения пойменной древесной растительности, полезные для палеоэкологических реконструкций. Особый интерес в этом отношении представляет бассейн р. Водаяхи.

Довольно полное представление о современном распространении лесов в бассейне Хадыты дают материалы табл. 8. В ней мы стремились соотнести характеристики лесистости с параметрами отдельных участков долин. Мы искали какие-нибудь соотношения, которые можно было бы рассматривать в качестве константных величин. К сожалению, их не оказалось, хотя можно говорить о большом сходстве по всем учитываемым параметрам между Верхней Хадытой и Паюседаяхой. Приустьевые участки долин мелких притоков, как правило, врезаются в долину главной реки, и отделить элементы долины, принадлежащие именно им, можно лишь при измерительном дешифрировании аэрофотоснимков.

Состав древостоев существенно изменяется на разных отрезках долины Хадыты и ее притоков. Выше всех других пород к верховьям и соответственно на север продвигается лиственница. В 1980 г. нам удалось подняться по Хадыте до 136 км от устья. Судя по карте, лес по Хадыте поднимается выше этого пункта еще по крайней мере на 50 км, но он представлен уже исключительно лиственничниками и после 150 км не образует сплошной полосы, а располагается все более узкими и разрозненными гривами. Ель появляется в качестве незначительной примеси лишь в районе 133 км (чуть выше устья р. Тюуй-Харвотаяха). Этот район изобилует останцами плакора в пойме. Вершины всех елей здесь (исключая подрост) сильно повреждены, по-видимому, морозами и ветрами. Береза в составе древостоев впервые появляется в этом же районе, но чуть ниже ели. Разумеется, эти крайние привязки по мере знакомства с истоками Хадыты могут быть уточнены.

Далее лиственничники с примесью ели и березы «спускаются» вплоть до 19 км от устья до урочища, называемого «Крас-

Таблица 8

Лесистость территории бассейна в сопоставлении с отдельными параметрами речных долин

Показатель	Верхняя Хадыта	Паюседа-яха	Средняя Хадыта	Нижняя Хадыта	Вода-яха
Длина долины, км	41	24	28	23	20
Ширина долины, м	1600	1315	3990	12000	1120
Длина русла, км	79	47	62	38	39
Ширина русла, м	61,5	47,8	74,9	74,0	34,0
Площадь леса на 1 км протяженности реки, га	13,6	12,9	59,3	39,4	17,5
Средняя ширина лесной полосы (по одному берегу русла), м	68,0	64,5	264,5	197,0	87,5
Отношение ширины лесной полосы к ширине русла . .	1,11	1,35	3,53	2,66	2,57
Площадь леса на 1 км протяженности долины, га . . .	26,3	25,2	131,2	65,1	34,1
Средняя ширина лесной полосы в долине, м	263	252	1312	651	341
Отношение полной ширины лесной полосы к ширине долины	0,164	0,192	0,329	0,054	0,304

ным берегом». Ниже по течению Хадыты лиственница совершенно исчезает, но судя по пням, она здесь, по крайней мере до 14 км, просто вырублена. Вдоль палеорусел Хадыты преобладают березняки с примесью ели и лиственницы. Сообщества ив с ольховником и примесью черемухи распространены повсюду.

В поперечном направлении строение лесных сообществ в долинах чрезвычайно неоднородно, как это и должно быть в связи с контрастами и динамичностью пойменного режима. На рис. 7 показаны несколько типичных для отдельных отрезков Хадыты обобщенных профилей. Как видим, общая схема довольно проста и однообразна. Специфика аллювиальных экосистем как раз и состоит в «бесконечном» чередовании весьма небольшого числа типологических элементов в пространстве и быстрых их сменах во времени.

Таксационная структура древостоев в пределах генетически единых грив или валов довольно проста: деревья внутри одного вала относительно одновозрастны, если только вал не пересекает систему более древних гряд. Общий древесный полог имеет характерное ступенчатое строение, сомкнутость полога высокая (0,6—0,8). Молодые древостои производят впечатление посадок: они однородны и чисты. Продуктивность лиственничников соответствует III — V классам бонитета, ельники и березняки растут существенно хуже. Полноту древостоев в большинстве случаев можно обозначить «единицей», хотя известные стандартные таблицы вряд ли здесь вообще применимы (деревья размеща-

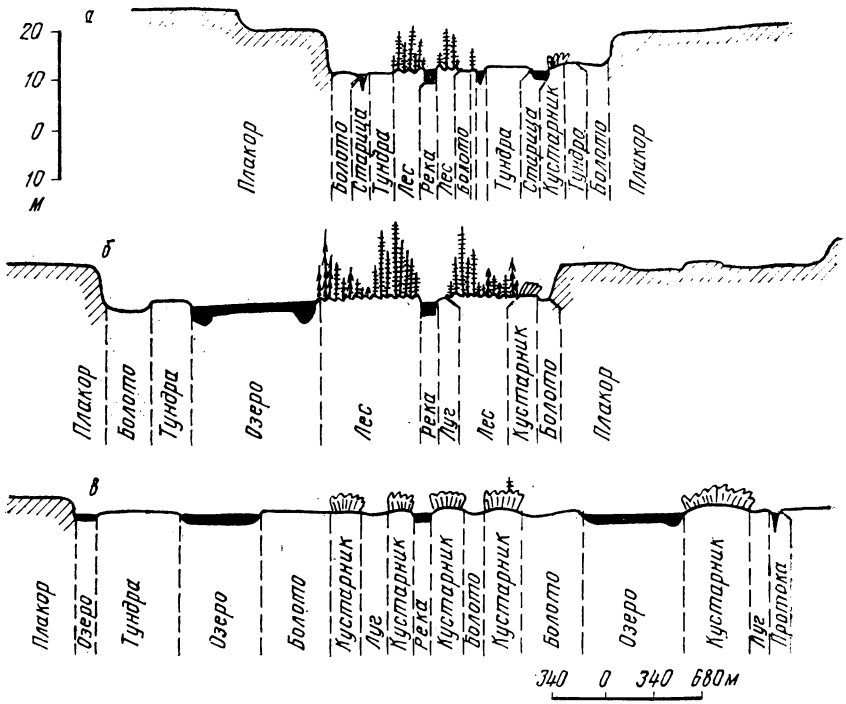


Рис. 7. Обобщенные эколого-топографические профили долины р. Хадыты.
а — р. Верхняя Хадыта, 146 км от устья; *б* — р. Средняя Хадыта, 86 км от устья; *в* — р. Нижняя Хадыта, 12 км от устья.

ются с максимальной возможной в данных условиях плотностью). В последующих разделах нам придется возвращаться к вопросам структуры древостоев и лесовозобновления уже в деталях.

Подлесок очень беден по видовому составу, но местами достигает исключительного обилия, препарируя тончайшие изменения в микрорельефе и условиях увлажнения. На прибрежных участках в составе подлеска вполне обычны ольха кустарниковая (*Alnus fruticosa*), береза карликовая (*Betula nana*), смородина красная (*Ribes hispidulum*), шиповник (*Rosa acicularis*), жимолость алтайская (*Lonicera altaica*), жимолость синяя (*L. coerulea*), ива серо-зеленая (*Salix glauca*), ива шерстистая (*S. lanata*), ива филиколистная (*S. phylicifolia*). Очень редко встречается можжевельник (*Juniperus communis*), и в этой связи к его распространению следует присмотреться особо, поскольку оно может иметь индикационное значение.

По данным Н. В. Пешковой [66], наиболее мощным и развитым травостоем характеризуются вейниковые типы леса;

кроме *Calamagrostis langsdorffii* здесь встречаются *Veronica septentrionalis*, *Archangelica* sp., *Veratrum lobelianum*, *Trollius apertus*, *Geranium albiflorum*. Для всех типов леса характерно присутствие в травяном ярусе хвоща (*Equisetum arvense*). Из кустарничков обычны *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium uliginosum*, *Rubus chamaemorus*, *Rubus arcticus*, *Empetrum* sp. В моховом покрове преобладают *Polytrichum commune* и *Pleurozium schreberi*, реже встречаются *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium proliferum*, *Pohlia* sp. В микропонижениях обычны пятна сфагновых мхов (*Sphagnum* sp.). Для микроповышений и вырубок характерны лишайники (*Cladonia* sp., *Peltigera* sp.). Благодаря ленточному расположению лесных массивов, в их травянисто-кустарничковый ярус почти всегда проникают и характерные виды из смежных местообитаний.

Практически при описании хадытинского таежного массива мы не представляем себе «редколесий», столь часто упоминаемых в характеристиках растительности южной Субарктики. Лес в районе Хадыты представлен «нормальными», т. е. сомкнутыми, высокопродуктивными, можно сказать, процветающими сообществами, что больше всего поражает. Возникает желание разобраться в происхождении и генезисе этого экологического феномена.

Генетическая классификация типов леса хадытинского таежного массива

Пойменные леса не пользуются особым вниманием лесотипологов. Лесотипологические концепции, выработанные на протяжении последнего столетия для плакорных лесорастительных условий, без существенных корректив в данных обстоятельствах мало пригодны. Тем не менее в нашем случае обойтись без классификации, причем именно генетической или динамической, невозможно, поскольку она характеризует центральное звено в сериях превращений растительного покрова на аллювиальных субстратах.

В чем состоит специфика лесорастительных условий речной долины вообще и Субарктики в частности? Не вдаваясь в детали, эти особенности можно определить следующим образом.

1. Основополагающий фактор физической среды в долине — гидрологический режим территории, управляемый ритмической жизнедеятельностью реки; река регулярно приносит из бассейна и откладывает в пойме минеральные и органические питательные вещества, хорошо промывает территорию от «шлаков», своим тепловым стоком поддерживает пониженный уровень вечной мерзлоты и обеспечивает интенсивность почвенных микробиологических процессов.

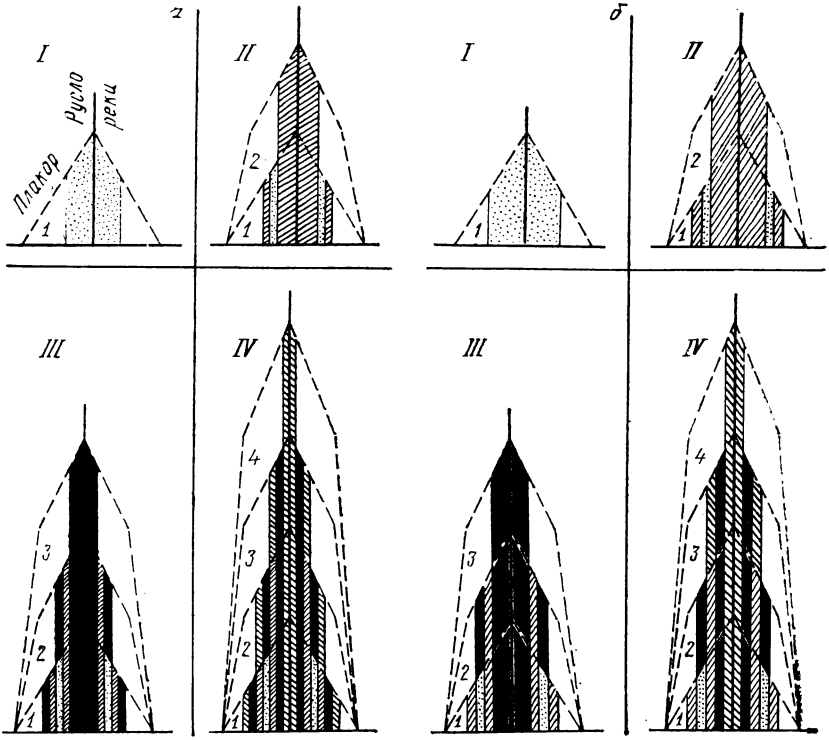


Рис. 8. Графическая (*а*) и улучшенная графическая (*б*) модель лесообразовательного процесса в долине реки, состоящего из четырех периодов.
Штриховкой, отмывкой и крапом выделены отдельные типы лесорастительных условий (сегменты).

2. Архитектоника долины смягчает действие экстремальных метеорологических факторов зимнего периода. Здесь же элементы биоты сохраняются от многих стихийных бедствий (пожаров, засух) и от воздействий различных техногенных факторов.

3. Сезонные, годичные и многолетние гидрологические ритмы в жизнедеятельности реки сопровождаются непрерывными новообразованием, разрушением и переотложением аллювиального субстрата, непосредственно пригодного для заселения высшей наземной растительностью.

4. Естественно-историческая обстановка, палеогидрологические обстоятельства и современные блуждания русла реки создают определенный градиент изменчивости лесорастительных условий в поперечном сечении долины; чем дальше от современного русла реки отстоит конкретный участок долины, тем слабее, при прочих равных условиях, влияние комплекса перечисленных в предыдущих пунктах факторов.

5. Объем водного, твердого и теплового стока реки закономерно увеличивается от ее истоков к устью. В этом же направлении увеличиваются возраст и мощность аллювиального субстрата. Скорости аллювиальных сукцессий растительности в этом же направлении уменьшаются за счет удлинения начальных фаз онтогенеза растительности на аллювиальных субстратах. Следовательно, в долине реки соблюдается некий градиент изменчивости лесорастительных условий и в продольном направлении.

Резюмировать все эти совершенно очевидные умозаключения поможет рис. 8, *а*, на котором соотнесены перечисленные выше тенденции. Рисунок представляет собой логическую модель единого лесообразовательного процесса в бассейне р. Хадыты в связи с генезисом ее долины. Для простоты и в полном соответствии со всеми известными обстоятельствами процесс представлен дискретным, т. е. состоящим из нескольких качественно контрастирующих периодов: в несколько приемов формировались долина реки и лесной массив в его современном виде.

В серии превращений отражено прежде всего то обстоятельство, что в любом из периодов новообразование леса, т. е. собственно лесообразовательный процесс, происходило вдоль русла реки (ось симметрии на схеме), а также по внешней границе (в пределах долины) образовавшихся в предыдущие периоды массивов. Территорию долины, соответствующую отдельному периоду, назовем для краткости «сектором». Полоску леса в пределах сектора, отвечающую отдельному периоду, назовем «сегментом». Как следует из высказанных нами общих соображений о специфике лесорастительных условий в речных долинах, отдельные сегменты различаются между собой по множеству основополагающих признаков (разумеется, правая и левая части долины почти аналогичны). Именно эти различия позволяют возвести территории отдельных сегментов в ранг отвечающих отдельным типам лесорастительных условий. Действительно, одно лишь расположение сегмента относительно русла и устья реки придает этому сегменту неповторимое своеобразие по комплексу существенных для произрастания растительности признаков, а ведь можно еще подразумевать и специфическое влияние абсолютного возраста и состава аллювиального субстрата в пределах различных сегментов...

Сколько же может быть этих типов лесорастительных условий, исходя из нашей логической схемы нетрудно рассчитать. При одном и начальном (!) периоде, как видно из рис. 8, *а*, возможен в принципе лишь один тип (модификаций его, разумеется, можно увидеть и придумать великое множество). При двух периодах (или на втором этапе) возможны уже четыре типа лесорастительных условий, при трех — девять и при четырех — шестнадцать. Усмотрев систему в этой последовательно-

сти, ее можно продолжить до бесконечности, как это показано ниже:

Колич. качественно неравноценных периодов в генезисе долины реки (n)	1	2	3	4	5	6....n
Численность типов лесорастительных условий (N)	1	4	9	16	25	36....n^2

Итак $N=n^2$. Это значит, что при девяти периодах в генезисе Хадыты (включая текущий), заподозренных нами в предыдущей главе, можно предполагать наличие в долине реки более 80 полновесных и «суверенных» типов лесорастительных условий. Можно объединить их в блоки, соответствующие пяти общепринятым циклам потепления — похолодания в голоцене (см. табл. 2), тогда останется 25 типов лесорастительных условий. Можно предположить, что периодизация вообще не соблюдалась, но тогда нужно оставить только один тип лесорастительных условий (это несправедливо), либо строить классификацию по иным дедуктивным принципам, что уведет нас в сторону от существа явлений. Можно, наконец, принять количество периодов за 10 (в том числе пять глобальных периодов похолодания и соответственно пять периодов потепления, включая текущий). В этом случае типов лесорастительных условий будет 100. Замечательно, что в последнем случае количество наших «периодов стабилизированного русла» в истории Хадыты в точности соответствует количеству длительных переходных периодов между относительно непродолжительными эпохами собственно максимумов внутриголоценовых похолоданий и потеплений. Это соображение склоняет нас принять, как наиболее вероятное, количество типов лесорастительных условий равное 100. Такова формальная сторона дела, логическая схема рассматриваемого нами процесса.

К сожалению, формальные построения подобного рода отпугивают большинство полевых исследователей либо из-за их очевидной простоты, либо, напротив, из-за чудовищного несоответствия результатов формального анализа практическим потребностям и возможностям. При этом они упускают из вида возможность формальной «выбраковки» даже большинства вероятных ситуаций, отмеченных (а точнее — с математической точностью доказанных) в предыдущих рассуждениях.

Прежде всего, леса долины какой-либо реки действительно на всем ее протяжении объектом классификации являются редко (нам такие работы неизвестны). Обычно рассматривается какой-нибудь отрезок долины крупной реки (верховья, среднее течение, низовья и т. п.). При этом в поле зрения исследователя попадают несколько контрастирующих типов лесорастительных условий. Гораздо чаще, классифицируя плакорные местообитания, лесотиполог объединяет леса в поймах мелких рек вообще

в один-два типа. Мы не можем следовать ни тому, ни другому правилу, поскольку наш объект — река средних размеров.

Гораздо перспективней для «выбраковки» ситуаций следующее вполне реальное обстоятельство. Новый аллювиальный субстрат непрерывно образуется вдоль русла реки на всем ее протяжении (это мы наблюдаем повсюду), здесь же происходит и непрерывное новообразование растительности (не обязательно лесной). На старых участках долины, удаленных от русла, обновления субстрата не происходит, он как бы консервируется, и сукцессионные превращения растительности на нем все более замедляются. Короче говоря, никто не наблюдал новообразования леса на внешних сегментах долины. Если это и имеет место, то лишь в самых «молодых», верхних секторах, где русло практически распространяет свое влияние на весь профиль долины. Допустим, что это происходит лишь на территории каждого предпоследнего сектора в смене периодов. На всех остальных, более древних секторах лес образуется только вдоль русла. С учетом этих соображений упрощенная схема лесообразовательного процесса показана на рис. 8, *б*. Систему приращения численности типов лесорастительных условий по этой схеме можно представить в следующем виде:

Колич. качественно неравноценных периодов в генезисе долины реки (n)	...1	2	3	4	5	6	... n_i
Численность типов лесорастительных условий (N)	...1	3	6	10	15	21	... N_i

В общем виде эту рекуррентную последовательность можно представить выражением

$$N_i = N_{i-1} + n_i + 1 = N_{i-1} + n_{i+1},.$$

из которого при 10, как в нашем случае, периодах должно быть 64 типа лесорастительных условий. Таким образом, путем несложного логического упражнения мы вполне обоснованно забраковали 36 типов лесорастительных условий из 100.

В принципе, мы можем забраковать еще девять типов лесорастительных условий, соответствующих внешним сегментам массива, т. е. признать, что новообразования леса там не происходит вообще, либо оно крайне незначительно и его можно присоединить к предыдущему циклу. Система приращения числен-

ности типов лесорастительных условий в этом случае будет выглядеть так:

Колич. качественно неравноценных периодов в генезисе долины реки (n)	1	2	3	4	5	6	...	n_i
Численность типов лесорастительных условий (N)	1	4	8	13	19	26	...	N_i

Общая формула упростится до вида

$$N_i = N_{i-1} + n_i;$$

откуда число типов при десяти периодах будет равно 55. Дальше упрощать схему некуда, поэтому перейдем к рассмотрению конкретной природной обстановки, в которой последняя логическая схема реализуется практически.

Общая протяженность долины Хадыты составляет около 120 км (см. рис. 2). Если принять процесс «долинообразования» относительно равномерным, то одному периоду соответствует в среднем отрезок долины протяженностью 12 км. Такая же может быть в нашей системе и средняя длина отдельного типологического сегмента. Теперь рассмотрим табл. 9. В ней все изложенные выше соображения соотнесены с некоторыми фактическими данными о лесном массиве в долине Хадыты, показанными раньше в табл. 8. Здесь прежде всего отражено то обстоятельство, что в долине Нижней Хадыты запечатлена история на протяжении 9—10 периодов; история среднего отрезка долины Хадыты короче, она охватывает 7—8 периодов, отсчитывая от текущего; наконец, «летопись» Верхней Хадыты в целом соответствует длительности лишь шести последних периодов, но у нас нет наблюдений по двум последним секторам. Средняя ширина лесной полосы в отдельных секторах вычислена методом засечек в пределах «нормалей», проведенных через 1 км.

Табл. 9 дает вполне объективное представление о возможных размерах отдельного типологического выдела в разных частях долины Хадыты. При этом следует иметь в виду, что на подавляющей части долины Верхней Хадыты лес представлен не сплошной полосой, а отдельными разрозненными участками. Таких участков здесь учтено 269. Размеры их колеблются от 0,1 до 37 га, составляя в среднем 4,0 га (участки меньшей площади, чем 0,1 га, в расчет не вошли из-за недостаточно четкого их изображения на снимках). Для долины Нижней Хадыты осевую линию и нормали построить затруднительно, поэтому средняя ширина лесной полосы найдена здесь аналитически через общую площадь леса. Из таблицы видно, что в долине Нижней Хадыты мы можем встретить до 19 типов лесорастительных условий, в долине Средней Хадыты — до 15 и в долине

Таблица 9

Приближенный теоретический расчет вероятных размеров отдельного типологического выдела на разных участках долины Хадыты

№ сектора (периода)	Расстояние от устья по оси долины, км	Средняя ширина лесной полосы, м	Колич. типов (сегментов) по одному берегу	Средняя ширина сегмента, м	Средняя площадь сегмента, га
		Р. Верхняя Хадыта			
10	120—108	—	1	—	—
9	108—96	—	2	—	—
8	96—84	53	3	9	10,8
7	84—72	116	4	14	16,8
6	72—60	394	5	39	46,8
5	60—48	759	6	63	75,6
		Р. Средняя Хадыта			
4	48—36	1165	7	83	99,6
3	36—24	1380	8	86	103,2
		Р. Нижняя Хадыта			
2	24—12	651	9	34	40,8
1	12—0		10		

Верхней Хадыты — до 21. Вполне очевидно, что аналогичные расчеты мы можем проделать и для каждого из притоков Хадыты, установив тем самым его относительный возраст и собственный спектр типов лесорастительных условий, включая средние параметры участков последних. Рассмотрим ситуацию на примере р. Тюуй-Харвотаяха.

Тюуй-Харвотаяха впадает в Хадыту в районе 131 км от устья по руслу или 66 км — по оси долины Хадыты. Из табл. 9 можно установить, что в истории Тюуй-Харвотаяхи должны были отложиться пять последних периодов, и соответственно здесь можно встретить до 15 типов лесорастительных условий. При строгом подходе каждый из этих типов не имеет аналогов в долине Хадыты, поскольку гидрологический режим здесь существенно иной. Но посмотрим, как обстоит дело на практике. Тюуй-Харвотаяха закартирована нами на протяжении 16 км (по руслу), но лес по ней поднимается только до 8-го км. Общая площадь массива 62,6 га, но он представлен 26 участками. Средняя площадь участка $2{,}41 \pm 0{,}93$ га. Размеры участков варьируют от 0,1 до 21,0 га. Разумеется, при столь ничтожных параметрах участков различия между «одновозрастными» типами лесорастительных условий Хадыты и Тюуй-Харвотаяхи представляют лишь теоретический интерес, а на практике ими можно было бы пренебречь, отнеся массив Тюуй-Харвотаяхи к хадытинской системе. При этом следует иметь в виду, что

Таблица 10

Приближенный теоретический расчет вероятных размеров отдельного типологического сегмента (выдела) на разных участках доли Водаяхи и Паюседаяхи

№ сектора (периода)	Расстояние от устья по оси долины, км	Средняя ширина лесной полосы, м	Колич. типов (сегментов) по одному берегу	Средняя ширина сегмента, м	Средняя площадь сегмента, га
		Р. Водаяха			
10	40—36	—	1	—	—
9	36—32	—	2	—	—
8	32—28	—	3	—	—
7	28—24	—	4	—	—
6	24—20	255	5	26	10,4
5	20—16	221	6	18	7,2
4	16—12	265	7	19	7,6
3	12—8	442	8	28	11,2
2	8—4	476	9	26	10,4
1	4—0	408	10	20	8,0
		Р. Паюседаяха			
10	48—40	—	1	—	—
9	40—32	—	2	—	—
8	32—24	—	3	—	—
7	24—16	102	4	13	10,4
6	16—8	166	5	17	13,6
5	8—0	433	6	36	28,8

протяженность отдельного сектора в долине Тюуй-Харвотаяхи может составлять в среднем около 3 км (по руслу реки). Первый (нижний) сектор долины Тюуй-Харвотаяхи на всем его протяжении «врезан» в долину Хадыты, и именно здесь сосредоточено до 75 % площади лесного массива Тюуй-Харвотаяхи. При выходе за пределы долины Хадыты все параметры данного массива резко уменьшаются. Ситуации подобного рода следовало бы детально проанализировать на месте.

Аналогичным образом можно подходить ко всем другим притокам Хадыты, а затем и к притокам второго порядка. Особенно интересно рассмотреть и сравнить между собой реки Паюседаяха и Водаяха как близкие по размерам бассейнов и водоносности, но весьма различающиеся по генезису. Исходя из нашей общей гипотезы, Водаяха существенно старше Паюседаяхи, а стало быть, и лесообразовательный процесс на первой более продвинут. Действительно, Водаяха впадает в Хадыту примерно в районе 9-го км долины, а Паюседаяха лишь в районе 51-го км сливается с Верхней Хадытой. Следовательно, Паюседаяха одновозрастна с Верхней Хадытой либо чуть моложе, а Водаяха практически одновозрастна с Хадытой в целом.

Соответственно и лесистость долины Водаяхи, как видно из табл. 7, в полтора раза выше, чем долины Паюседаяхи. Следует заметить, что Водаяха в целом по отношению к Хадыте занимает такое же положение, как Хадыта по отношению к Оби; вторгаясь в пределы долины Хадыты, Водаяха образует несколько протяженных проток, лес на ее берегах исчезает, лиственнично-еловые древостои сменяются ивняками, более 16 км русла Водаяхи пролегает в долине Хадыты.

Длина долины собственно Водаяхи достигает 42 км, а закартировано около 20 км ее протяженности. Длина долины Паюседаяхи равна 48 км, а закартировано 24 км, причем лес практически в полном объеме. В табл. 10 дана сравнительная характеристика Водаяхи и Паюседаяхи по тем же принципам, на которых основана предыдущая табл. 9.

По-видимому, не будет большой ошибкой считать типы лесорастительных условий в долинах Водаяхи и Паюседаяхи идентичными тем, которые в конечном итоге будут выделены для Хадыты. Табл. 9 и 10 дают формальные придержки для выделения участков типов лесорастительных условий, но остается сомнение, возможно ли выделить хоть часть из них в природе.

Генетический принцип отражен в самой системе типов лесорастительных условий. Но каждому типу лесорастительных условий соответствует определенный генетический тип леса или тип лесного биогеоценоза. Последний охватывает все стадии лесообразовательного процесса в конкретном типе лесорастительных условий и означает по существу тип динамики или сукцессии растительности в зависимости от сочетания определенных факторов среды. Иными словами, характеристика типа лесорастительных условий обращена к признакам среды и субстрата, а характеристика типа леса — к признакам самой растительности, но в целом это грани одного явления.

На свежем аллювии лес образуется не сразу. Ему предшествуют стадии открытых пионерных группировок травянистых растений, а затем кустарниковых зарослей. На береговом валу эти смены быстро приводят к началу лесообразовательного процесса. Напомним, что «береговой вал — это чисто аккумулятивное образование, результат отложения на поверхности речной излучины, причленившейся к выпуклому берегу, гряды наносов, несущихся потоком в период половодья» [76, с. 109]. Система смежных валов (веер перемещения русла) и является ареной лесообразовательного процесса. Ложбины между валами в своем генезисе надолго отстают от гребней валов. И. В. Попов по этому поводу замечает, что «...гребни растут в высоту скорее, чем дно ложбин» [76, с. 111], и в этом немалую роль играет именно растительность. В ложбинах как бы консервируются первичные группировки травянистых и кустарниковых растений, а лес если в конце концов и образуется, то совершенно особой формы. Чередование в поперечнике поймы ва-

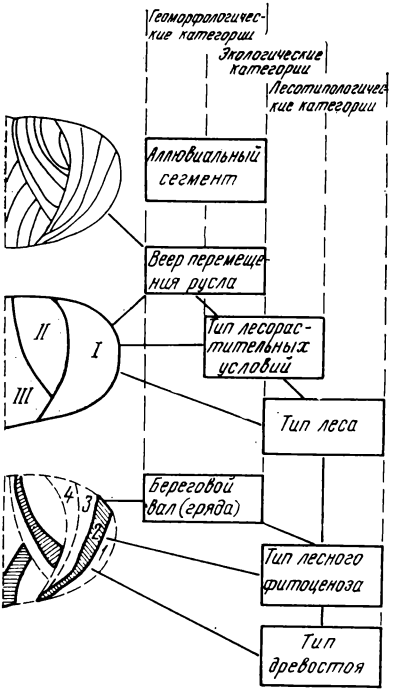


Рис. 9. Соотношения классификационных категорий, упомянутых в тексте.

лов и ложбин придает структуре лесных сообществ характер аллей или галерей.

Участок типа лесорастительных условий и типа леса в нашем случае, как правило, охватывает множество смежных гряд и ложбин, число которых на единицу ширины поймы при постоянной водоносности реки должно иметь практически константный характер. Существенные изменения водоносности реки должны сопровождаться заметным нарушением этой закономерности. В принципе при повышенной мощности потока должны формироваться узкие гряды из более тяжелого материала и широкие ложбины, при пониженной мощности — широкие гряды из легкого материала и узкие ложбины. Разумеется, по мере удаления от современного русла различия между грядами и ложбинами должны стираться.

Итак, в форме генетически однородного веера перемещения русла мы имеем набор береговых валов и ложбин, отвечающий какому-то конкретному, формальным образом обоснованному типу лесорастительных условий и типу леса. Каждый из валов (и ложбин) при этом отвечает какой-то отдельной стадии в динамике данного типа леса. Растительные сообщества генетически однородных валов и ложбин можно объединить понятием «тип сообщества» или тип фитоценоза, каждому из которых соответствует определенный набор «типов древостоя», отвечающих отдельным возрастным стадиям в развитии лесообразователей.

Иерархическая соподчиненность упомянутых выше идеальных и формальных классификационных категорий показана на рис. 9. У нас нет ни возможности, ни необходимости давать синтетическое описание каждой из выделенных категорий. Достаточно понимать принципы их формального подразделения. Следует еще подчеркнуть, что последовательное соблюдение упомянутых принципов на практике, на наш взгляд, недоступно даже для очень опытного полевого геоботаника, а тем более для «биогеоценолога» или «эколога», опять же на практике

чаще всего являющегося узким специалистом в области энтомологии, орнитологии, маммологии и т. д. Исходя из отмеченного обстоятельства, для практических потребностей нами предлагается, так сказать, прикладная классификация типов лесорастительных условий хадытинского таежного массива, в свою очередь достаточно формализованная, но предельно упрощенная, предельно нацеленная на понимание явлений вообще и динамических аспектов этих явлений в частности. В полевых условиях она способна удовлетворить интересы самых разнообразных специалистов и даже совершенно неподготовленных людей.

Достаточно очевидно, что в особую биогеоценологическую категорию можно выделить те лесорастительные условия и вообще те местообитания, в которых лес образуется впервые. Это прежде всего новейшие аллювиальные отложения реки, а также области, пусть и не в первый раз, но заново подвергающиеся воздействию речного твердого и теплового стока, совершенно обычные при бесконечно блуждающем русле реки. Этот тип лесорастительных условий можно кратко определить как прогрессивный. Суть этого типа лесорастительных или даже (на этот раз достаточно справедливо) биогеоценологических условий состоит в том, что лес здесь явно завоевывает ведущие позиции: древостои обладают повышенной продуктивностью, хорошей возобновляемостью и характерным ступенчатым возрастным и морфологическим строением. Им может быть дана следующая синтетическая таксационная характеристика: состав 10 Лц+Е ед. Б., бонитет III — IV, сомкнутость полога 0,7—1,0. Характеристика подчиненных ярусов растительности, а также специфических особенностей гетеротрофного населения ценозов данного типа является необходимой задачей ближайшего будущего.

Следующий тип лесорастительных условий можно определить как субклимаксовый. Концепция субклимакса достаточным образом обоснована еще Браун-Бланке и Клементсом в 30-х годах текущего века. Конкретно для Западной Сибири это сделано Б. Н. Городковым [22]. Смысл субклимаксового состояния растительного покрова той или иной местности мы определяем как существование и процветание в ней интра- и экстразональных фитоценозов, обусловленное устойчивым влиянием какого-либо местного (в данном случае гидрологического) фактора. Некогда образовавшись на свежем аллювиальном субстрате, лес в данном типе лесорастительных условий способен неограниченно долго процветать (не сменяясь болотом и тундрой) даже в зональных условиях тундры, поддерживаемый тепловым стоком реки. Но стоит несколько удалиться современному руслу реки от данного участка, как он становится ареной экспансии зональных типов растительного покрова. Важнейший диагностический признак данного типа лесорастительных усло-

вий — удовлетворительная самовозобновляемость древостоев, их смешанный состав (6 Лц 2Е 2Б), сравнительно мощная толща активного почвенного слоя и абсолютно разновозрастная структура древостоя (бонитет V, сомкнутость 0,5—0,7). Элементы вееров перемещения русла выделяются уже не так четко, как в предыдущем типе. При специальном подходе, несомненно, можно найти множество весьма тонких и чувствительных диагностических признаков, но их определение не входит в нашу задачу.

Третий и последний тип лесорастительных условий можно назвать «регрессивным». Речь идет об условиях, в которых лес явно теряет свои позиции, сменяясь тундровыми или болотными ассоциациями. Ситуации подобного рода, даже на непрофессиональный взгляд, хорошо различимы на местности. Действительно, отсутствие надежного лесовозобновления, перестойный характер явно угнетенного древостоя (состав в среднем 3 Лц 3Е 4Б, бонитет Va — Vб, сомкнутость 0,2—0,5), проявления признаков заболачивания и «отундровения», наконец, существенная удаленность от современного русла реки и приближенность к внешним сегментам долины — все это внешние симптомы деградации лесообразовательного процесса. Элементы вееров перемещения русла в плане участков неразличимы.

К сожалению, мы не можем углубляться в обсуждение всех этих беспредельно интересных моментов, хотя они являются ключевыми к пониманию природы «хадытинского феномена». Пренебрежение самыми элементарными лесоводственно-геоботаническими реконструкциями в данной ситуации вредило и продолжает вредить общему делу. Чисто зоологические представления необходимо привязать сначала к лесоводственно-геоботанической, а затем и к ландшафтно-географической естественно-исторической основе, чему и посвящена настоящая работа. Этот неблагодарный, но совершенно необходимый труд следовало бы проделать 15 лет назад, а теперь мы вынуждены лишь восстанавливать логику.

Региональные биологические свойства лесообразующих древесных пород. Популяционная природа видов растений

Виды, которыми сложены фитоценозы хадытинской таежной экосистемы, имеют, как правило, огромные ареалы. Флора высших растений насчитывает здесь около 250 видов, но основополагающее значение имеют лишь два вида: *Larix sibirica* и *Picea obovata*. Их региональные биологические особенности, вероятно, заслуживают специального монографического освещения. Мы же затронем лишь основные направления, в которых оно может быть предпринято.

Первостепенной задачей, по-видимому, является объяснение

географического происхождения хадытинских популяций ели, лиственницы и сопутствующих им видов, а также всесторонняя оценка значения фактора их существенной современной изоляции. Вполне может быть, что некий единый генетический ряд образуют полярно-уральские, щучьинские и хадытинские популяции видов лесообразователей, а также популяции бассейна р. Ядаяходыяхи. Это обстоятельство в перспективе заслуживает специального генетического исследования, поскольку в нем могут быть вскрыты даже чрезвычайно актуальные микроэволюционные моменты. В настоящее же время остается довольствоваться лишь догадками. Особого анализа требуют вероятные генетические взаимодействия между аналогичными ценопопуляциями плакорных редколесий и долинных местообитаний.

По данным Л. Г. Полозовой и С. Г. Шиятова [73], отдельные экземпляры ели в хадытинском массиве достигают возраста 330, а лиственницы — даже 430 лет. Семеношение деревьев начинается в среднем с возраста 30—50 лет, но, судя по визуальным оценкам возобновления лиственницы, семенные годы в массиве случаются раз в 7—10 лет. Семена лиственницы сбора 1980 г. в нашем опыте имели нулевую всхожесть. Подрост ели в субклимаксовых массивах — разновозрастный, что говорит о более частой повторяемости семенных лет. Особого внимания в этой связи заслуживает исследование длительности сохранения жизнеспособности семян в почвенном запасе. Плотность подроста в 2—3 тыс. экз/га обеспечивает вполне удовлетворительную самовозобновляемость древостоев. С уменьшением теплового воздействия реки господство в подросте переходит от лиственницы к ели. В перспективе немалый интерес представляет исследование динамики абсолютной численности особей в сообществах ели и лиственницы. К сожалению, лесоводы никогда не увлекались подобными наблюдениями, хотя в экстремальных условиях и в краевых зонах видовых ареалов они имеют принципиальное значение.

По дендрохронологическим материалам С. Г. Шиятова было бы несложно построить ход роста деревьев по диаметру, но без данных о высоте стволов подобные результаты имели бы ограниченное применение. Во всяком случае, на всех древесных спилах обращает на себя внимание отсутствие выраженных периодов угнетения.

Сравним два кратких описания древостоев в районе 60-го км от устья р. Хадыты. Первый участок расположен во внешней (вдоль русла) зоне аллювиального сегмента. Состав древостоя: 10 Лц (40—60) ед. Е; средняя высота 9 м, средний диаметр стволов на высоте груди 10 см, бонитет IV, полнота 0,4 (пройден бессистемной выборочной рубкой), запас стволовой древесины до 50 м^3/га, размещение деревьев линейное, семеношение древостоя умеренное. Подрост 10 Лц+Е(5—15) до 2 тыс. экз/га, высотой 1—3 м, надежный. Ель в составе древостоя и подроста

приурочена к плоским лентовидным микропонижениям. В групповом средней густоты подлеске преобладают ивы, шиповник, смородина красная, единично встречается можжевельник. Напочвенный покров разнотравный с участием зеленых мхов и листоватых лишайников, до глубины 2,0 м следов мерзлоты не обнаружено, в корнеобитаемом горизонте почвы много дождевых червей. Отмечены многочисленные плодовые тела грибов (моховиков, волнушек, подберезовиков). Судя по всему, участок заливается полыми водами раз в несколько лет и очень кратковременно.

Второй участок расположен в глубине аллювиального сегмента. Следы веера перемещения русла здесь практически уже не различаются. Состав древостоя: 10 Лц(90—110)+ +Е (90—110) ед. Б (40—60); средняя высота 18 м, средний диаметр стволов на высоте груди 24 см, бонитет IV, полнота 0,5 (пройден рубкой, как и предыдущий участок), запас стволовой древесины до 120 м^3/га, размещение деревьев случайное, отдельные деревья лиственницы поражены «ведьминими метлами». Подрост 10 Е (20—40), высотой 2—5 м, до 1000 экз/га, надежный. В групповом подлеске преобладают ивы и карликовая березка, редко жимолость. В покрове обильно представлены зеленые мхи с голубикой и брусникой. На участке отмечено несколько лисьих нор.

При сопоставлении описаний этих двух смежных участков больше всего поражает радикальная смена состава лесовозобновления. Можно не сомневаться, что на последнем участке по мере разрушения материнского лиственничного древостоя господство перейдет к ели с участием березы, а класс бонитета сменится с IV на V — Va. Отдельные экземпляры ели, особенно вдоль стариц и второстепенных проток, достигают внушительных размеров: до 25—30 м в высоту и до 100—120 см по диаметру. Такие «мастодонты» могут иметь возраст более 400 лет.

Актуальная задача, имеющая большое прикладное и немалое общебиологическое значение,— исследование в местных условиях тонких внутриценозных взаимодействий между ценопопуляциями лиственницы, ели и березы. Несмотря на их известную взаимную экологическую преемственность, имеется немало ценозов, в которых все три лесообразователя представлены примерно в равном соотношении, что дает идеальную возможность для снятия результатов такого естественного «эксперимента», манипулируя достаточно простыми и эффективными методами анализа [70]. Несомненно, придет время, когда необходимо будет задуматься о принципах создания устойчивых лесных сообществ в тундровой зоне (вокруг новых промышленных центров). Исследование тонкой структурно-функциональной организации естественных древостоев в данных обстоятельствах может иметь основополагающее значение.

На фоне короткого вегетационного периода чрезвычайный

интерес представляют региональные фенологические и физиологические особенности доминирующих видов растений. Семена растений многих видов систематически не успевают созревать, так что их ценопопуляции представлены огромными клонами. Другие растения (например, красная смородина) плодоносят практически ежегодно и весьма обильно. Самостоятельную проблему представляет исследование периодичности семеношения основных лесообразователей. По многим признакам самых массовых растений, начиная от специфики в прохождении фенофаз и кончая тератологическими эффектами, следует в перспективе проследить изменчивость растений в зависимости от глубины залегания слоя мерзлоты, уровня и длительности затопления паводковыми водами и от прочих гидрологических и геоморфологических факторов, что будет иметь определенное индикационное значение.

Мы все больше склоняемся к убеждению, что лес в верховья р. Хадыты распространяется не только сейчас. В период климатического оптимума и максимальной внутриголоценовой трансгрессии Мирового океана здесь мог произрастать гораздо более мощный лесной массив, чем теперь. Обилие останцев плакора в долине реки на отрезке между устьями рек Тюуй-Харвотаяхи и Паюседаяхи косвенно указывает на то, что этот участок принадлежал когда-то к дельтовой зоне реки. Затем лес распространился из верховьев Хадыты в нижележащие районы следом за регрессирующей водной поверхностью, а в самих верховьях, напротив, деградировал в результате ухудшения климата и резкого усиления эрозионных процессов. Такова одна из гипотез о динамике лесообразования в долине Хадыты, которая может быть подтверждена или опровергнута в дальнейшем в результате главным образом дендрохронологических и генетико-популяционных исследований.

Глава IV

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЛЕСНЫХ, ЛУГОВЫХ, БОЛОТНЫХ, ТУНДРОВЫХ, РЕЧНЫХ И ОЗЕРНЫХ БИОЦЕНОЗОВ ХАДЫТИНСКОГО КОМПЛЕКСА

«В соответствии с одним из основных законов общей теории систем, согласно которой любая система, способная принимать различные состояния, в конечном итоге приходит к максимальной стабильности, естественные биогеоценозы способны поддерживать динамическое равновесие в очень широком диапазоне условий. Допуская некоторую стилистическую вольность, можно сказать, что природа стремится создавать стабильные системы, их продуктивность ее (природу) не интересует» [99, с. 227]. Так С. С. Шварц определил одну из важнейших структурно-функциональных особенностей естественных биоценозов. Человека при создании агробиоценозов интересует в первую очередь именно их продуктивность, причем, как правило, по какой-нибудь одной составляющей фитомассы (по плодам, семенам, фитомассе стеблей, клубням и т. п.), а до их устойчивости ему чаще всего нет дела, и механизмы устойчивости остаются до сих пор изучены крайне слабо.

Земледелие зародилось 9—10 тыс. лет назад (хотя появляются отдельные доказательства его зарождения до 18 тыс. лет назад). Таков же примерно и возраст хадытинского комплекса. Следовательно, механизмы устойчивости биоценозов здесь вырабатывались быстро (так сказать, «по упрощенной схеме») и в чрезвычайно динамичных естественных условиях. Это обстоятельство придает особый теоретический и практический смысл нашим усилиям разобраться в деталях и принципах структурно-функциональной организации местных биоценозов. Даже постановка некоторых вопросов может звучать весьма актуально и не только для здешних широт. Каких-то общепринятых доктрин здесь не существует. Некоторые общие эволюционные теоретические соображения нами высказаны [70], огромный фактический материал по структуре растительных сообществ европейской Субарктики приводится Н. А. Миняевым [52] и Б. Н. Нориным [58].

Соблюдая принципы генетической и пространственной преемственности, обзор структурно-функциональных особенностей биоценозов бассейна р. Хадыты следует начать с луговых

сообществ, продолжить кустарниковыми и лесными, а закончить болотными и тундровыми. Гидробиоценозы занимают особое положение и будут рассмотрены в заключительной части главы.

Структурно-функциональная организация луговых биоценозов долины р. Хадыты

Луговые сообщества распространены узкими полосами вдоль русла реки и стариц. При ширине в несколько метров они не нашли отражения на нашей карте, но их присутствие следует подразумевать по периметру практически всех водоемов в долине (включая русло). Отсюда, руководствуясь данными табл. 3 и 6, можно ориентировочно вычислить площадь луговых сообществ, по крайней мере для долин Верхней и Средней Хадыты, а также Паюседаяхи и Водаяхи. Действительно, приняв среднюю ширину луговой полосы, например, за 5 м и допуская, что луговая полоса вдоль русла практически не прерывается, переходя лишь с одного берега на другой, через длину русла уже можно вычислить площадь лугов вдоль современного русла реки. Далее можно признать, что все озера в долине реки представлены старицами либо произошли из стариц (периметры крупных округлых озер образованы именно старицами, а их внутренняя часть выработана термокарстом). Отсюда через общую площадь озер (см. табл. 6) и среднюю ширину соответствующего участка современного русла реки можно вычислить общую длину озер в долине реки. Луга по их берегам, как и вдоль современного русла, «переходят» с берега на берег, так что общую длину луговых угодий вдоль стариц следует принимать равной общей длине стариц. Результаты всех этих вычислений приведены в табл. 11.

Таким образом, по приближенному расчету в долинах перечисленных участков Хадыты и ее притоков находится всего около 360 га лугов. По-видимому, не будет большой ошибкой считать, что в пойме Нижней Хадыты лугов значительно больше, но в целом в хадытинском долинном комплексе вряд ли наберется 1000 га лугов. Таков порядок величин.

Природа лугов, преимущественно долины Нижней Хадыты и района фактории «Хадыта» (граница между Нижней и Средней Хадытой), специально исследована Н. В. Пешковой [66]. По ее данным, аллювиальные луга могут быть представлены как монодоминантными травостоями, так и сложными многоярусными сообществами. Вполне обычны чистые хвощовые (*Equisetum arvense*), мятликовые (*Poa alpigena*), щучковые и овсяницевые заросли. Наибольшее распространение имеют пижмово-хвощово-злаковые луга, основу которых составляют разнотравье (*Tanacetum bipinnatum*, *Polygonum laxmanni*, *Erigeron* sp., *Solidago* sp., *Crepis nigrescens*, *Arenaria* sp., *Rumex thyrsiflorus*, *R. graminifolius*), хвощ (*Equisetum arvense*) и зла-

Таблица 11

Ориентировочный расчет площади луговых биоценозов на отдельных участках хадытинского комплекса

Река	Длина русла, км	Средняя ширина русла, м	Площадь лугов вдоль русла, га	Площадь озер, га	Общая длина озер, км	Площадь лугов вдоль озер, га
Верхняя Хадыта	79	61,5	39,5	543,30	88,3	44,2
Средняя Хадыта	62	74,9	31,0	1827,28	244,0	122,0
Паюседаяха . . .	47	47,8	23,5	269,74	56,4	28,2
Водаяха	39	34,0	19,5	359,63	105,8	52,9
Итого . . .	—	—	113,6	—	—	247,3

ки (*Festuca rubra, Bromus sibiricus, Deschampsia borealis, Poa alpigena, P. alpina, Calamagrostis neglecta, C. langsdorffii, Roegneria turuchanensis, Koeleria asiatica, Hierochloe odorata, Alopecurus alpinus*). На узкой полосе бичевника встречаются участки мелкоразнотравно-овсяницевого луга, образованного *Festuca criophila, Antennaria dioica, Parnassia palustris, Arenaria* sp., *Crepis nigrescens, Solidago* sp., *Campanula rotundifolia, Erigeron* sp.

В глубине поймы широко распространены вейниковые, вейниково-крупноразнотравные и крупноразнотравно-вейниковые луга. Помимо *Calamagrostis langsdorffii*, на крупноразнотравных лугах господствуют *Veronica septentrionalis, Archangelica* sp., *Veratrum lobelianum, Polemonium acutiflorum, Polygonum* sp. Изредка встречаются бекманниевые (*Beckmannia syzigachne*) и копеечниковые (*Hedysarum obscurum*) луга. Совершенно уникален по многим показателям небольшой участок двукисточникового луга (*Digraphis arundinacea*), образовавшийся в прибрежной зоне сработанной старицы. Приуроченность основных типов лугов к отдельным элементам поймы схематически показана на рис. 10.

Наивысшей продуктивностью отличаются двукисточниковые луга. На примере этих лугов особенно наглядны и убедительны огромные возможности мелиорации пойм в Субарктике (спустить часть пойменных озер несложно при самой элементарной технике). Запас надземной фитомассы в луговым сообществах стационара «Хадыта» [66] следующий (воздушно-сухой вес), ц/га:

Луг	
Вейниковый	55,28—72,24
Двукисточниковый	106,08—116,40
Разнотравно-хвощово-злаковый:	
разнотравье	1,84—6,08
хвощ	6,00—8,08
злаки	5,04—8,56

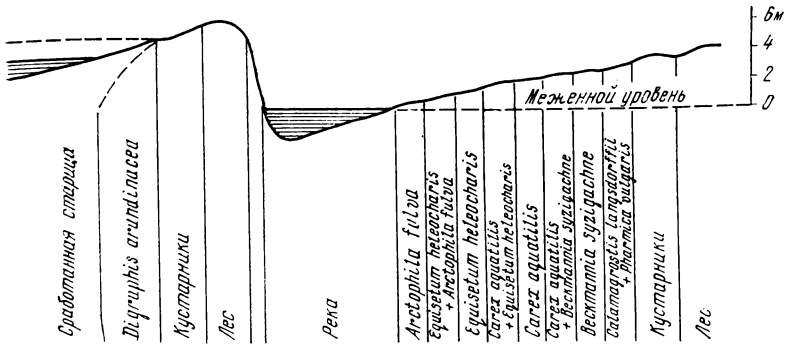


Рис. 10. Распределение типов лугов по эколого-топографическому профилю.

Наблюдения сделаны в 1974 г., по отношению к данным 1973 г. эти величины составляют около 80 %. Таким образом, продуктивность двукисточников может достигать и 132,5—145,0 ц/га. К сожалению, в сезон 1979 г. экспериментальные участки лугов на стационаре «Хадыта» были выкошены местными заготовителями и многолетний эксперимент сорван.

Первичную переработку продукции лугов осуществляют сапрофаги, представленные немногими видами бактерий, грибов и простейших, но достигающие высокого обилия. По приближенной оценке Н. Н. Данилова [25], на стационаре «Харп» (Южный Ямал) средневзвешенная для различных биотопов биомасса сапрофагов за два летних месяца (с 15 июня по 15 августа) достигает 6108—6294 мг/м^2, а потребление ими энергии выражается величиной 58 634—87 904 кал/м^2.

Следующую группу потребителей продукции лугов составляют беспозвоночные. Мезофауна беспозвоночных хадытинского комплекса изучена И. А. Богачевой и В. Н. Ольшвангом [13] в 1970, 1971 и 1974 гг. В частности, ими исследован участок вейниково-крупноразнотравного луга в районе фактории «Хадыта». В табл. 12 приведены данные о биомассе и обилии червей на лугу в корнеобитаемом слое почвы. Здесь же отражены элементы динамики этих показателей, связанной с пересыханием луга (крупные особи дождевых червей мигрировали на более влажные микростации, а общая численность червей сохранилась за счет недавно отродившихся и малоактивных особей). В работе имеются данные по составу, биомассе и обилию членистоногих на том же участке луга в различные сроки. Основу энтомофауны составляют виды с широким ареалом и типично тундровые виды, но здесь же встречается и множество характерных таежных элементов: жуки *Chlorophanus viridis, Phyllobius maculatus, Dromius linearis, Byrrhus piluda, Judolia sexmaculata, Chrysomela graminis*; комары *Machlonyx* sp.,

Таблица 12

Биомасса и обилие червей в корнеобитаемом слое почвы вейниково-крупноразнотравного луга в 1974 г. [13]

Группа червей	16.VII	30.VII
Lumbricidae	14917* / 24	7523 / 20
Enchytraeidae	1578 / 138	2386 / 130

* В числителе — биомасса, мг/м², в знаменателе — обилие, экз/м².

Cryophila lapponica, Aedes communis; долгоножка *Tanyptera atrata,* пилильщик *Zaraea fasciata,* рогохвост *Sirex gigas,* слепни, стрекоза *Leucorrhinia rubicunda,* мухи *Helleniola nigra, Graphomyia maculata.* Некоторые из этих видов достигают значительного обилия, придавая фауне, по утверждению авторов, специфический «южный оттенок». Специальные пробы показали, что численность коллембол в луговых почвах достигает в конце июля 51±9 тыс. особей на 1 м², что составляет около 3 г биомассы в живом весе [13].

Функциональная природа беспозвоночных в луговых биоценозах складывается, по крайней мере, из трех моментов: во-первых, прямое потребление вегетирующей растительности (фитофаги) и ее мертвых остатков (сапрофаги); во-вторых, участие в механизме перекрестного опыления растений (насекомые-антофилы) и, наконец, привлечение в биоценоз насекомоядных зверей и птиц. При детальном рассмотрении в среде фитофагов, например, следовало бы выделить ризофаги, филлофаги, карпофаги, антофаги и т. д., но это увело бы нас в сторону от существа предмета. Подробно последние аспекты рассматриваются у Ю. И. Чернова [96] на примере ландшафтов Западного Таймыра.

Следующую влиятельную функциональную группу организмов в луговых биоценозах представляют мелкие млекопитающие и птицы. О своеобразии фауны позвоночных в пойме Хадыты писали С. С. Шварц и Л. Н. Добринский еще в 1966 г. [98], но ее планомерное и всестороннее изучение началось несколько позже. Теперь накоплено уже немало данных о фауне позвоночных в бассейне Хадыты, но их «раскладку» по биоценозам отдельных типов должны сделать зоологи.

Особый интерес в долине Хадыты представляют луговые сообщества, сформировавшиеся в единичных пунктах временных человеческих поселений («изба шамана», фактория «Хадыта», фактория «Харвота», «изба старика», урочище «Чаны»). Надо полагать, что с помощью дендрохронологической шкалы С. Г. Шиятова [103] можно очень точно датировать момент возникновения каждого из перечисленных очагов человеческой экспансии» — стало быть, расположить их в определенный хронологический ряд. Далее в этой «миниатюрной исторической композиции» следует проследить поведение антропофильных (связанных с человеком) и рудеральных (произрастающих на

Таблица 13

Структура запаса надземной фитомассы кустарниковых зарослей в бассейне Хадыты [67]

Кустарник	Компонент фитомассы			
	Листья	Живые побеги	Стволы	Мертвые побеги и сухостой
Ольха кустарниковая	235,7* / 5,6	643,8 / 15,2	3100 / 73,3	251,6 / 5,9
Ива шерстистопобегая	437,1 / 7,6	709,1 / 12,1	3920 / 67,0	780,7 / 13,3
Ива сизая	156,0 / 15,9	706,8 / 71,6	—	123,2 / 12,5
Багульник	62,0 / 16,9	235,6 / 64,1	—	70,7 / 19,0
Карликовая береза				
участок 1	27,6 / 8,9	242,4 / 78,1	—	40,4 / 13,0
участок 2	84,0 / 10,3	658,4 / 80,5	—	74,4 / 9,2

* В числителе — воздушно-сухой вес, г/м², в знаменателе — то же, %.

пустырях и свалках) растений по примеру Е. В. Дорогостайской [31]. На аэрофотоснимках отчетливо выделяются тропы аборигенов (зимники). Вдоль них возможны очень любопытные флористические находки. Ценность этих несложных наблюдений в связи с общим освоением Севера будет со временем неуклонно возрастать.

Структурно-функциональная организация кустарниковых зарослей

Количественные данные о распространении кустарниковых формаций в бассейне Хадыты привести невозможно. Можно лишь утверждать, что их площадь превышает площадь лесов в пределах долин (незакрашенные контуры на карте в преобладающей части и есть область безраздельного господства кустарниковых зарослей).

В ходе естественных русловых преобразований луговые сообщества аллювиальной серии, не без влияния животных, сравнительно быстро сменяются монодоминантными кустарниковыми зарослями. В прируслового части долины наиболее выражены ивняки (*Salix dasyclados*) и ольшаники (*Alnus fruticosa*) с хвощово-злаковым травостоем. Повсеместно распространены ерники-зеленомошники (*Betula nana — Polytrichum com-*

mune), ивняки пушицево-осоковые (*Salix glauca — Carex aquatilis+Eriophorum polystachyon*) и заросли багульника. Структура и продуктивность кустарниковых зарослей в районе фактории «Хадыта» обстоятельно исследованы Н. А. Пешковой [66, 67]. В последней работе приводится большое количество цифровых данных, резюмировать которые можно в форме табл. 13. К этому следует добавить, что возраст ольхи кустарниковой и ивы шерстистопобегой в чистых группировках не превышает 20 лет, а средняя высота растений составляет 5—7 м. Вполне очевидно, что стволовая древесина древовидных кустарников в местных условиях представляет огромную ценность.

Иногда как в долинных, так и в плакорных местообитаниях встречаются массивы сплошь засохших на корню кустарников. Эти ситуации предположительно мы связываем с резкими нарушениями гидрологического режима территорий в результате самоизливаний озерных водоемов, но детально разобраться в причинах этого явления помогли бы материалы спектрозональной аэросъемки местности (на них должны четко выделяться мертвопокровные участки, а, следовательно, должна быть видна и какая-то система в их пространственном размещении). Столь же полезны могли бы быть данные инфракрасной съемки, поскольку они препарируют тончайшие различия в тепловом режиме территорий.

Мезофауна членистоногих в кустарниковых зарослях исследована И. А. Богачевой и В. Н. Ольшвангом [13] в районе фактории «Хадыта» на участке разнотравно-вейникового ивняка. В 1974 г. там же были взяты пробы для определения биомассы и обилия червей. Оказалось, что в синузиях кустарников червей обитает практически вдвое больше, чем на лугу или в лесу, и на порядок больше, чем в тундре. Численность коллембол составляет 47 ± 16 тыс/м^2, что близко к аналогичному показателю для луговых почв.

Основные потребители листовой фитомассы ив — пилильщики. Жизнедеятельность последних всесторонне исследована И. А. Богачевой [12]. Всего на р. Хадыте обнаружено 14 видов пилильщиков, но детальному экспериментальному исследованию в условиях стационара «Харп» был подвергнут самый массовый вид *Amauronematus harpicola*, названный так в честь стационара. В частности, И. А. Богачевой удалось определить материально-энергетические потребности личинок упомянутого пилильщика. Оказалось, что вес личинки за 20 дней увеличивается в 250 раз. Не мудрено, что в отдельные годы на некоторых кустах ивы листва съедается гусеницами полностью. В среднем за сезон личинки пилильщика потребляют от 0,5 до 1,1 % биомассы листьев ивы, т. е. вне периодов массовых вспышек численности пилильщиков нагрузка на фитоценоз вполне умеренная. Численность пилильщиков в природе Субарктики ограничивается множеством физических и биологических факторов,

так что лишь около 7 % отродившихся личинок превращаются в имаго.

Орнитофауна бассейна Хадыты исследована Л. Н. Добринским [29, 30], В. К. Рябицевым [81], а также Н. Н. Даниловым, В. Н. Рыжановским и В. К. Рябицевым [26]. Полный список птиц, гнездящихся в окрестностях фактории «Хадыта», насчитывает 75 видов, из них 31 вид гнездится и в пойме и на плакоре (в тундре), 30 видов специфичны только для поймы и 14 видов — только для плакора. Таким образом, орнитофауна долины Хадыты существенно богаче орнитофауны прилегающих территорий. В последней из упомянутых работ приводятся данные о динамике численности птиц на стационаре «Хадыта» за период с 1971 по 1979 гг. Особый интерес представляет исследование В. К. Рябицевым территориального поведения птиц. Надежным подспорьем в этой работе служили аэрофотоснимки местности, на которых опознавались границы токовых территорий.

Ближайшей задачей является выделение функциональной группы зверей и птиц, связанных в основных отправлениях своей жизнедеятельности именно с зарослями кустарников. Особый интерес в этом плане представляют различия между аналогичными зарослями плакорных и пойменных местообитаний с учетом фенологического состояния растительности. Серьезное значение приобретают вопросы картографического обеспечения исследований, на фоне которого только и мыслимы какие-то валовые материально-энергетические расчеты и действительно региональные экологические обобщения.

Структурно-функциональная организация лесных биоценозов

Сведения о распространении, классификации, составе и возрастной структуре лесов изложены в предыдущих главах. Ко многим аспектам характеристики лесов в долине Хадыты и ее притоков мы обратимся в последующих разделах и главах. В настоящем разделе полезно выделить и рассмотреть особо лишь те моменты жизнедеятельности лесных сообществ, которые позволяют им выстоять и даже процветать, образно говоря, «во враждебном окружении тундровых ландшафтов». В данном разделе надо попытаться объяснить устойчивость лесных сообществ «изнутри», т. е. абстрагируясь от основополагающих гидрологических факторов и опираясь на чисто внутриценозные (биоценологические) механизмы.

Самое замечательное в природе экосистемы долины Хадыты и ее притоков, на наш взгляд, состоит в том, что здесь причудливым образом сочетаются и чередуются в пространстве элементы тундровой и таежной ландшафтно-географических зон. Иногда можно найти в самом тесном соседстве еще более отда-

ленные между собой элементы арктических пустынь и среднетаежной подзоны.

Вернемся к рис. 6. Собственно древостой в любом случае занимает четко локализованные элементы мезорельефа поймы, но благодаря чересполосному чередованию гряд и ложбин средообразующее влияние древостоев распространяется на значительно бóльшую площадь, чем это было бы возможно при гомогенной структуре сообществ. В сферу влияния древостоев при этом попадают фрагменты других типов растительного покрова, приуроченные к межгрядовым понижениям (луговины, топи, болота, кустарниковые заросли и гидробиоценозы). В самом древесном пологе складывается весьма своеобразный радиационный режим, особенность которого — резкие контрасты в световом довольствии между грядами с различной ориентацией. Аналогичные контрасты должны возникать и по другим микроклиматическим показателям. Судя по фундаментальным работам В. А. Алексеева [4] и Ю. К. Росса [80], посвященным радиационному режиму растительного покрова в связи с его архитектоникой, подобные ситуации совершенно не изучены, а между тем в условиях Субарктики они имеют принципиальное значение. Приход фотосинтетически активной радиации, по данным [54], по месяцам, следующий, ккал/см^2:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
0,1* / 2,3	0,7 / 3,1	2,8 / 4,5	5,5 / 6,4	6,9 / 8,4	7,4 / 9,0	7,8 / 9,2	4,8 / 8,1	2,0 / 6,4

X	XI	XII	За год	За вегетационный период при $t_{ср} \geqslant 10$ °С	За вегетационный период при $t_{ср} \geqslant 5$ °С
0,9 / 4,4	0,2 / 2,6	0,2 / 1,9	39,3 / 66,3	12,3 / 57,7	19,1 / 52,0

* В числителе — данные актинометрической станции «Салехард», в знаменателе — «Ташкент».

Для сравнения здесь же приведены аналогичные показатели для Ташкента, как «житейского символа теплового изобилия». По-видимому, не будет большой ошибкой распространить салехардские данные на бассейн Хадыты, и в этом случае сопоставление оказывается весьма красноречивым, тем более что Салехард и Ташкент лежат практически на одном меридиане. По Ташкенту цифры взяты у Н. А. Ефимовой [4].

Как известно, во всех шкалах теневыносливости, составляемых уже более века, лиственница и береза занимают первые места как самые светолюбивые древесные породы, а ель, напротив, обычно одно из трех последних мест. Напрашивается справедливый вопрос: как древесные породы со столь противоположными биологическими свойствами «ухитряются» одинаково процветать в экстремальных радиационных условиях, на одном и том же субстрате, в одних и тех же сообществах?

Объяснение можно дать прежде всего исходя из самых общих теоретических соображений. Действительно, все известные науке факты говорят о том, что одной из важнейших предпосылок для формирования устойчивых растительных сообществ (по крайней мере, семенных растений) является их полидоминантность; более того, сообщество тем устойчивее (рациональней организовано), чем дальше расходятся между собой доминанты по своим экологическим потребностям. Таков один из механизмов устойчивости фитоценозов, но сообщества зачастую, особенно в экстремальных условиях, обходятся и без него. Второй механизм, у древесных многолетников особенно эффективный,— крайняя разновозрастность видовых ценопопуляций. Наконец, третий механизм — чрезвычайное генотипическое разнообразие слагающих ценопопуляцию доминанта особей, пусть даже и одинакового возраста. Аллювиальный субстрат сам по себе обеспечивает ступенчатый характер лесообразования и неустранимый даже при многократной смене поколений возрастной сдвиг между древостоями смежных гряд. Дендрохронологическому анализу лесообразовательного процесса в связи с русловыми деформациями ниже посвящен специальный раздел.

Паводково-пойменный режим, как известно, способствует высокой очищаемости сообществ от всевозможных шлаков. Он же обеспечивает регулярный приток питательных веществ. В этом смысле вдоль течения реки соблюдается определенный градиент: на верхних отрезках долины преобладает смыв материала, на нижних — отложение, на средних участках устанавливается оптимальное соотношение между смывом и отложением веществ, здесь же лесная растительность и достигает наилучшего развития. На Хадыте все эти закономерности выступают отчетливо (достаточно взглянуть на карту массива), а видовым составом и продуктивностью сообществ они отпрепарированы еще более тонко. Продуктивность лиственничников по направлению от среднего участка Хадыты к верховьям плавно снижается от III до V-б класса бонитета, а по направлению к низовьям они вообще вытесняются кустарниковыми формациями (основную роль в этом играет длительное подтопление паводками). С некоторым сдвигом, но аналогичным образом на данные обстоятельства реагируют ельники и березняки.

К сожалению, данные по вертикально-фракционному распределению фитомассы древостоев с учетом возрастных различий и изменчивости лесорастительных условий получить сложно. Даже для умеренных широт такие сведения единичны. Можно уповать лишь на решительный прогресс самой техники наблюдений, связанный с развитием, например, методов радарного и лазерного авиапрофилирования лесов.

Гетеротрофный цикл метаболизма лесных биоценозов в долине Хадыты уже не обходится без ощутимого участия дерево-

разрушающих грибов. Этот аспект конкретно на Хадыте исследуется сотрудником Института экологии растений и животных УНЦ АН СССР В. А. Мухиным, но результаты нам пока неизвестны. Ориентировочные данные о биомассе и обилии червей и членистоногих в лесном сообществе с преобладанием ели (район фактории «Хадыта») можно найти в работе И. А. Богачевой и В. Н. Ольшванга [13]. Распределение червей в лесу вообще крайне неравномерно: они практически отсутствуют в микропонижениях, заполненных вязкой глиной, весьма незначительно их содержание и на самых повышенных сухих участках с лишайниковым покровом, наивысшей плотности они достигают лишь в приствольных кругах крупных деревьев в слое рыхлой почвы толщиной до 25 см. В целом обилие червей в лесу в два-три раза ниже, чем в кустарниковых зарослях или на лугу. Среди членистоногих обращает на себя внимание чрезвычайно высокая стабильность показателей биомассы и обилия в пределах сезона для червецов и пауков. Вообще весьма актуальной общей задачей для геоботаников и зоологов, и не только в лесных биоценозах, является поиск индикационных корреляций между элементами мезофауны и синузиальной структуры напочвенного растительного покрова.

На участке пойменного леса площадью 13 га, т. е. неоднородной типологической принадлежности, в районе фактории «Хадыта» В. К. Рябицевым [81] были организованы систематические наблюдения за гнездованием птиц. Всего им здесь учтено 19 видов воробьиных и куликов. Общий фон составляют чечетка, овсянка-крошка, камышовка-барсучок, пеночка-весничка и варакушка, но ни один даже из этих видов, за исключением чечетки, не достигает здесь максимальной плотности, известной по литературным данным, обобщенным В. К. Рябицевым. Следовательно, в орнитологическом отношении хадытинская таежная система — система действительно открытая, т. е. далекая от полного видового и плотностного насыщения.

В связи с новейшими техногенными тенденциями в развитии обского Севера особую актуальность приобретают вопросы лесовозобновления на вырубках и гарях. В противоположность естественному лесообразовательному процессу на речном аллювии, в котором все факторы имеют «покровительственный» характер по отношению к лесной растительности, вторичное лесовосстановление, особенно на гарях, протекает здесь с огромными трудностями, связанными главным образом с кардинальным разрушением исходного субстрата на всю его жизнедеятельную толщу. Достаточно заметить, что после рубки или пожара пониженные элементы участка превращаются в непроходимую топь, а повышенные — покрываются безжизненными песчаными дюнами: для лесообразования здесь требуются уже не десятки, как в ходе естественной аллювиальной сукцессии, а сотни лет. Производство лесокультур представляется немыс-

Таблица 14

Средний запас надземной фитомассы растений в воздушно-сухом состоянии в болотных сообществах [66], ц/га

Болото	Кустарниково-кустарничковый ярус	Травянистый ярус
Травяно-кустарничково-моховое . . .	11,52—18,24	2,08—3,04
Травяно-сфагновое	—	6,88—9,76
Осоково-сфагновое с кустарничками .	5,84—7,36	13,60—15,04
Осоковое	—	13,08—15,56

лимым без конструирования предварительных травяно-кустарниковых фитоценозов, способствующих ускоренному новообразованию активного почвенного слоя и фитосреды, покровительственной по отношению к древесным растениям.

Структурно-функциональная организация болотных ценозов

С точки зрения истории хадытинского ландшафта болота представляют не меньший интерес, чем лесная растительность. К сожалению, изучением местных болот никто специально не занимался, и в нашем распоряжении имеются лишь крайне общие и разрозненные сведения. Часто и на местности бывает очень трудно отделить собственно болото от смежных типов биоценозов (топей, зарослей кустарников и пр.), не дешифрируются они и по имеющимся у нас аэрофотоснимкам. Значительные площади в бассейне занимают, например, своеобразные конгломераты болотной, топяной и тундровой растительности на периодически переувлажненных местах, которые в предварительном обсуждении Н. В. Пешкова предложила именовать «мокрой пустошью». Разобраться в их природе в короткие сроки традиционными геоботаническими методами немыслимо. В этом случае основным и незаменимым средством, на наш взгляд, могут быть лишь крупномасштабные (1 : 5000—1 : 10 000) спектразональные аэрофотоснимки местности, на которых будет различима каждая отдельная конкретная растительная синузия. В этом смысле всю нашу настоящую работу можно расценивать как предпосылку для организации нового углубленного и комплексного исследования действительно современными методами, включая спектразональную и инфракрасную аэрофотосъемку, радарное или лазерное профилирование местности и тонкую геофизическую съемку почвенно-торфяного слоя.

Продуктивность некоторых типов болот в окрестностях фактории «Хадыта» в засушливом 1974 г. исследована Н. В. Пешковой [66]. В табл. 14 показаны результаты этих наблюдений.

Кустарниково-кустарничковый ярус во всех случаях сложен *Andromeda polifolia, Vaccinium uliginosum, Oxycoccus microcarpus, Lyonia calyculata, Rubus chamaemorus, Ledum palustre, Salix myrtilloides, Betula nana.*

Топи, в своем генезисе связанные с постоянными или периодически пересыхающими водоемами, являются наиболее близкими естественными аналогами полосе сработки уровня регулирующих водохранилищ и в этом смысле представляют значительный практический интерес. В средней части бассейна Хадыты как в пойме, так и на плакоре распространены хвощовые (*Equisetum heleocharis*), осоковые (*Carex aquatilis*), пушицевые (*Eriophorum polystachyon*) и пушицево-осоковые топи, гораздо реже встречаются участки топей сабельниковых (*Comarum palustre*) и вахтовых (*Menianthes trifoliata*). Средний запас надземной фитомассы в различных типах топей в воздушно-сухом состоянии [66] следующий, ц/га:

Топь	
Хвощовая	46,20—61,32
Осоковая:	
Carex aquatilis	28,52—32,84
Comarum palustre (годичные побеги)	0,92—2,28
Пушицево-осоковая:	
Carex aquatilis	14,76—18,20
Eriophorum polystachyon	3,20—4,96
Comarum palustre (годичные побеги)	0,96—1,76

Показана продуктивность травостоев для различных типов топей в 1974 г. Есть все основания полагать, что мелиорированная (осушенная) топь может быть полигоном для создания чрезвычайно высокопродуктивного двукисточникового луга (с запасом надземной фитомассы до 150 ц/га в воздушно-сухом весе). Пренебрегать такой возможностью со временем будет неразумно.

Вероятно, в несколько произвольной трактовке торфяники на исследуемой территории могут быть по меньшей мере четырех «генетических» типов: во-первых, коренными и переотложенными (в процессе русловых деформаций); во-вторых, открытыми и погребенными (аллювиальными наносами). На практике можно встретить, таким образом, открытые коренные, погребенные коренные, открытые переотложенные и погребенные переотложенные торфяники. Разумеется, в интересах геохронологических датировок могут быть использованы торфяники лишь первого типа. Особый интерес представляют ситуации, в которых современным речным потоком размываются участки коренного берега долины, а таких ситуаций немало, особенно на отрезке Верхней Хадыты, а также на всех ее основных притоках. Большие надежды мы возлагаем на результаты дендрохронологического анализа погребенной в торфяниках древесины.

В работах Н. И. Пьявченко [77, 78] упоминаются результаты спорово-пыльцевого анализа торфяников Южного Ямала (район Нового Порта). Там же он предостерегает от неверной палеолесоводственной интерпретации спорово-пыльцевых данных: «...заносная пыльца сосны составляла 42 %, ели — 6 %, а пыльца лиственницы не была обнаружена» [78, с. 51]. Дендрохронологический анализ в данных обстоятельствах более перспективен.

Гетеротрофное население болотных биоценозов на Хадыте не исследовано. Очевидно, что по сравнению с прочими типами ценозов оно обеднено.

Структурно-функциональная организация тундровых ценозов в долине р. Хадыты и ее притоков

Тундра «наплывает» на хадытинский таежный комплекс со всех сторон и «всеми доступными ей средствами». Те, кто исследовал тундровые биоценозы на Хадыте, не проводили какой-либо грани между «коренной тундрой», т. е. тундрой на плакоре, и тундрой, образовавшейся в долине реки (заключительной производной в серии сукцессионных превращений растительности на аллювиальном субстрате). При строгом подходе следовало бы расположить в определенный генетический ряд, по крайней мере, четыре комплексных типа тундр: 1) коренные тундры, как зональный тип растительности, господствующий на прилегающих к долинам рек плакорах; 2) условно коренные тундры, приуроченные к придолинным террасам неясного происхождения, выделенным на рис. 2; 3) условно долинные тундры, занимающие плоские поверхности останцев плакора в долинах рек (надо полагать, что гидрологическое и климатическое влияние реки здесь каким-то образом проявляется); 4) тундры, образовавшиеся действительно на аллювиальном субстрате после серии превращений других типов растительности. Чрезвычайно важно было бы выявить ботанические индикаторы упомянутых типов тундры.

В работе Н. В. Пешковой и Г. В. Троценко [68] проделан анализ структурно-функциональных связей в тундровых сообществах между отдельными «биоморфологическими группами» растений на сравнительно широком географическом фоне (в пределах Приуральского сектора Субарктики). В статье Н. В. Пешковой [66] тундра центральной части бассейна Хадыты (район фактории) определена в целом как «осоково-кустарничково-багульниковая лишайниково-зеленомошная». В кустарниковом ярусе преобладает багульник (*Ledum palustre, L. decumbens*). Кустарничковый ярус образуют *Vaccinium uliginosum, V. gaultherioides, V. vitis-idaea* ssp. *minis, Empetrum* sp., *Arctous alpina, Rubus chamaemorus*. В травяном ярусе домини-

Таблица 15

Средний запас и структура надземной фитомассы растений в воздушно-сухом состоянии на участке тундры [66]

Группа видов	1973 г.	1974 г.	Отношение запаса 1974 г. к запасу 1973 г., %
Кустарники	12,88* / 24,8	8,44 / 20,7	65,5
Кустарнички	9,44 / 18,2	6,86 / 16,9	73,7
Травянистые	2,28 / 4,4	0,86 / 2,1	37,7
Мохообразные	14,00 / 27,0	11,26 / 27,7	80,5
Лишайники	13,28 / 25,6	13,30 / 32,6	100,2
Итого	51,88 / 100,0	40,72 / 100,0	78,5

В числителе — фитомасса, ц/га, в знаменателе — то же, %.

рует *Carex globularis*, реже *C. hyperborea*, им сопутствуют *Calamagrostis* spp., *Pedicularis* spp. Сплошной моховой покров образуют *Aulacomnium turgidum*, *Dicranum congestum*, *D. elongatum*, *Hylocomium splendens*, встречаются также *Polytrichum commune*, *P. juniperinum*, *Pleurozium schreberi*, *Drepanocladus uncinatus*, *Ptilium crista-castrensis*, *Sphagnum balticum*, *S. lindbergii*, *Aplozia* sp., *Lophozia* sp., *Ptilidium ciliare*, *P. pulcherrhimum*. В состав лишайникового покрова (на микроповышениях) входят *Cetraria nivalis*, *C. hiascens*, *C. ericetorum*, *C. elongata*, *Peltigera aphthosa*, *Alectoria* sp., *Thamnolia vermicularis*, *Cladonia uncialis*, *C. coccifera*, *C. mitis*, *C. silvatica*, *C. alpestris*, *Nephroma arctica*. Разумеется, растения всех перечисленных, а также многих не упомянутых здесь видов распределяются в пространстве крайне неоднородно, препарируя тончайшие изменения микроэкологических условий соответствующей синузиальной структурой растительного покрова.

Как уже отмечалось нами, засушливый 1974 г. существенно контрастировал по основным своим условиям с нормальным 1973 г. В табл. 15 приведены запасы надземной фитомассы растений различных жизненных форм на участке тундры в окрестностях фактории «Хадыты» в 1973 и 1974 гг. Из таблицы видно, что в экстремальных гидрометеорологических обстоятельствах структура тундровых растительных сообществ оказыва-

ется чрезвычайно устойчивой; процентное соотношение фитомассы растений различных жизненных форм остается практически неизменным, в связи с засухой снижается главным образом общий запас фитомассы, причем лишайники на засуху вообще не реагируют, а наиболее чувствительны высшие травянистые растения.

Состав, биомасса и обилие членистоногих мезофауны в подстилке и мохово-лишайниковом ярусе рассматриваемого типа тундры освещены в работе И. А. Богачевой и В. Н. Ольшванга [13]. Любопытно, что в засушливом 1974 г. червей в тундровых почвах не обнаружено.

В 1973 г. в бассейне Хадыты наблюдался пик численности копытного лемминга. Плотность его в осоковых и пушициевых синузиях тундры, по оценкам С. С. Шварца [66], достигала 200 особей на 1 га. В этот период и в последующий год на специальных полигонах в долине Хадыты были организованы наблюдения за воздействием леммингов на растительный покров и восстановлением растительного покрова после этого воздействия. Детали исследования освещены в статье Н. В. Пешковой [66], а основной вывод сформулирован следующим образом: «...если результаты воздействия грызунов в начале вегетационного периода могут быть нейтральными для сообщества, то в конце — вредными, приводящими к последующему снижению численности побегов. Если пики численности травоядных грызунов повторяются часто и при этом не происходит смены кормовых территорий, возможно, что в ходе многолетней (даже в масштабах столетий) «зоогенной» динамики численности травянистых однодольных процессы неполного восстановления будут преобладать. Не случайно запасы надземной биомассы пушиц на исследованном участке субарктической тундры оказались такими же, как в условиях арктической тундры. Периодически повторяющиеся максимальные нагрузки на травянистые ценозы (во время пиков численности мелких травоядных млекопитающих) — один из важнейших факторов, определяющих динамику растительного покрова тундровых полигонов» [66, с. 144].

Орнитофауна тундровых биоценозов бассейна Хадыты систематически исследована на пробной площадке площадью 77 га и на системе постоянных учетных маршрутов [81]. В результате установлено, что плотность гнездования воробьиных птиц в тундре составляет 82—107 пар на 1 км^2 (учтено 12 видов), причем только краснозобый конек достигает здесь предельной плотности (до 57 пар на 1 км^2), так что у него имеется «запас численности» самцов. Плотность популяций всех прочих видов весьма далека от насыщения. Белая куропатка, в частности, гнездится с плотностью от 0,7 до 3,5 пары на 1 км^2. В работе Н. Н. Данилова, В. Н. Рыжановского и В. К. Рябицева [26] для Хадыты приводится аналогичный список птиц

из 23 видов по результатам учетов за 1971—1979 гг. Здесь же сделан вывод, что на Хадыте плотность гнездового населения птиц была повышенной в годы с более ранней и теплой весной и пониженной — в годы с поздней и холодной весной. Большое влияние на плотность гнездования птиц в тундре оказывало повреждение растительного покрова при зимнем выпасе северного оленя.

Структурно-функциональная организация озерных экосистем

Общие количественные сведения об обводненности долины и бассейна Хадыты приведены во второй главе. Здесь мы рассмотрим некоторые детали строения озерных водоемов, элементы их генезиса и органической жизни в них.

Численность озер в бассейне Хадыты исчисляется десятками тысяч, и классифицировать их можно по самым разнообразным принципам. Размеры их колеблются от нескольких квадратных метров до нескольких квадратных километров, но общий фон составляют озера размерами в несколько десятков гектаров. По-видимому, максимальную абсолютную отметку (54 м над ур. м.) имеет озеро, из которого начинается р. Паюседаяха. Из-за малых глубин подавляющее число мелких озер в зимний период полностью промерзает, так что большую часть года органическая жизнь в них протекает в ее самых примитивных микробиологических формах. Грунтовый сток в озера практически отсутствует, поэтому вода в них слабо минерализована, а из-за низких температур чрезвычайно бедна кислородом.

По своему режиму озера могут быть бессточные, сточные и проточные. Это подразделение в значительной степени условно, поскольку в зависимости от уровня воды одно и то же озеро иногда имеет сток, а иногда не имеет. Из-за выровненности рельефа даже по аэрофотоснимкам со стереоскопом чрезвычайно трудно определить границы водосборного бассейна того или иного озера, но в принципе представляется вполне возможным выявить на статистическом уровне связь между площадью зеркала воды и площадью озерного водосбора. Эта зависимость должна быть практически линейной, поскольку глубина водоемов довольно жестко лимитирована уровнем залегания слоя вечной мерзлоты. Разумеется, рассматриваемая связь наиболее характерна для бессточных и сточных озер, а для проточных озер, как правило, принадлежащих к весьма протяженным озерным каскадам, все закономерности имеют более сложную форму.

В августе 1908 г. участником ямальской экспедиции Русского Географического Общества капитаном В. Н. Введенским была произведена мензульная топографическая съемка самых

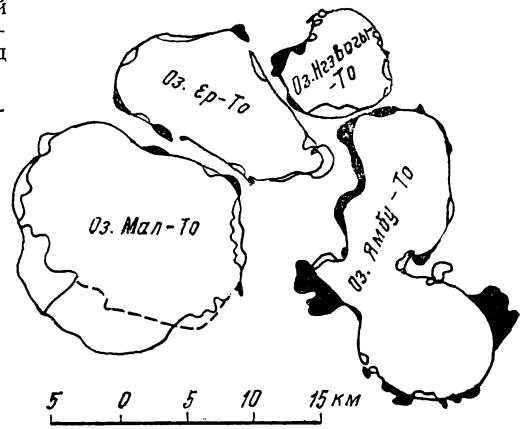


Рис. 11. Изменения береговой полосы некоторых озер Центрального Ямала за период с 1908 по 1955 гг.

крупных водораздельных озер центрального Ямала: Нёй-То (Мал-То), Нёй-то (Ер-То), Нёй-То 1-е (Нгэвогы-То) и Ямбу-То. Первые три озера сообщаются между собой, имеют абсолютные отметки уреза воды 15 м над ур. м., а сток из них происходит и в Байдарацкую, и в Обскую губу. Озеро Ямбу-То имеет абсолютную отметку уреза воды 16 м и сток в Обскую губу. Длина последнего озера достигает 22 км, а глубина 28 м (13 саженей, по данным В. Н. Введенского). Общая площадь этих озер достигает 550 км^2.

Вполне очевидно, что система упомянутых озер может служить увеличенной (!), поистине грандиозной моделью тех гидрографических процессов, которые происходят в любой ямальской системе более мелких водораздельных озер. В этой связи особое внимание к рассматриваемой системе привлекают именно данные инструментальной съемки 1908 г. Настоящее и будущее этой системы мы можем исследовать когда и как угодно, но ее прошлое документально запечатлено в уникальных материалах В. Н. Введенского.

Исходя из этих предпосылок, мы проделали небольшое самостоятельное исследование. Прежде всего карта В. Н. Введенского была трансформирована от масштаба 1 : 84 000 к масштабу 1 : :500 000 (точнее к масштабу 1 : 504 000, но расхождением вполне уместно пренебречь, поскольку оно практически укладывается в толщину линии на чертеже). Полученное изображение озер по состоянию на 1908 г. было совмещено с их отображением на карте 1955 г.

На совмещенной карте (рис. 11) особо выделены участки, которые в 1908 г. были сушей, а к 1955 г. оказались покрыты водой; далее выделены участки, которые претерпели обратную метаморфозу; наконец, из всех последующих построений исключена южная половина оз. Мал-То, поскольку для нее данные В. Н. Введенского ненадежны (инструментальной съемки там не было). Совмещение контуров производили до их максимального наложения, особо надежным считалось совпадение контуров обрывистых берегов. Как и следовало ожидать, контуры

Таблица 16

Сравнительная характеристика некоторых водораздельных озер центрального Ямала по данным съемок 1908 и 1955 гг.

Озеро	Площадь озера в 1955 г., км²	Изменения акватории озера между 1908 и 1955 г.		Сумма изменений площади акватории	
		Приращение, км²	Сокращение, км²	км²	% от площади озера
Мал-То	219	8,75	2,25	11,00	5,0
Ер-То	106	7,00	3,00	10,00	9,4
Нгэвогы-То . . .	50	4,25	3,50	7,75	15,5
Ямбу-То	169	3,50	28,25	31,75	18,8

1908 и 1955 гг. совместились в целом вполне удовлетворительно. Наибольшие расхождения обнаружились именно на пониженных участках озерного побережья и в мелководных зонах озер. Местами, особенно на оз. Ямбу-То, береговая линия за рассматриваемый отрезок времени сместилась на расстояние более 2 км, и нет никаких оснований считать, что это всего лишь искажение, допущенное при съемке или при трансформации карт.

По совмещенной карте проделана серия измерений и вычислений, результаты которых приведены в табл. 16. Следует еще раз подчеркнуть, что для оз. Мал-То в расчеты вовлечено лишь 63 % его современной акватории.

Предваряя обсуждение результатов, следует заметить, что исследуемые озера существенно различаются по своему гидрологическому режиму. Достаточно взглянуть на карту, чтобы убедиться, что оз. Ямбу-То является сточным, причем его собственный водосборный бассейн невелик. Озера Мал-То, Ер-То и Нгэвогы-То проточные, их собственный объединенный водосборный бассейн довольно велик, и к тому же они «взаимно зарегулированы». Все это располагает к убеждению, что режим оз. Ямбу-То должен быть наиболее динамичным. Положение несколько «спасает» лишь то обстоятельство, что это озеро́ глубоководно. Режим трех прочих озер должен быть более стабилен, причем степень их зарегулированности должна возрастать в ряду от оз. Нгэвогы-То до оз. Мал-То.

Как видим, данные табл. 16 вполне подтверждают высказанные выше соображения. Действительно, если еще объединить все цифры по трем первым озерам, то «изменчивость» сточного оз. Ямбу-То окажется практически вдвое выше, чем изменчивость группы проточных озер. Самое же замечательное, что изменения рассматриваемых типов озер происходили с противоположной направленностью. Акватория оз. Ямбу-То в целом неуклонно срабатывалась, а озера противоположного типа

увеличивались в размерах, и все это происходило на фоне одинаковой обводненности (точнее, единых колебаний обводненности) территории.

На основании только этих данных трудно судить о каких-либо общих новейших региональных тенденциях. В этой связи полезно было бы продублировать данные наблюдения по материалам нового ближайшего аэрофотосъемочного полета. Достаточно очевидно, что в системах более мелких водораздельных озер Ямала отмеченные закономерности должны проявляться еще отчетливей (хорошо известно, что мелкие формы ледников, снежников, озер, оврагов и так далее вообще геоморфологически более активны, чем крупные формы).

Озера бассейна Хадыты и Ямала в целом в силу их беспредельного обилия — идеальные объекты для применения в интересах их изучения стандартных статистических методов; по любому параметру они могут быть расположены в непрерывный статистический ряд, каждое наблюдение может быть обеспечено массовыми статистическими измерениями. С другой стороны, озера чрезвычайно равномерно распределены по площади, что позволяет любые локальные данные экстраполировать на обширные территории. Обводненность долин Хадыты и ее притоков составляет 18,7 % при меженном уровне (см. табл. 6). Обводненность плакоров также при меженном уровне достигает 22,9 % (см. табл. 5).

По-видимому, не будет большой ошибкой считать среднюю обводненность всего Ямала равной 20 %. Принимая среднюю глубину водоемов в 2,0 м и общую площадь Ямала в 122,0 тыс. км^2 (БСЭ), можно определить, что общий запас воды в водоемах Ямала при меженном уровне (во второй половине июля) достигает около 50 км^3, что составляет более 12 % по отношению к среднегодовому стоку Оби. На Ямале в среднем выпадает ежегодно 250 мм осадков. Испарение с поверхности суши достигает 100 мм/год, испарение с водной поверхности — 250 мм/год [21]. Средневзвешенная испаряемость (с водной поверхности и суши) составляет 130 мм/год. Таким образом, на всем полуострове ежегодно выпадает около 30,5 км^3 осадков, из которых почти 15,9 км^3 испаряется. В целом среднегодовой сток с территории Ямала составляет 14,6 км^3, а минимальный запас воды в его озерных системах превышает среднегодовой сток по меньшей мере в три раза. Такова роль озерных систем в водном балансе Ямала.

Аналогичный расчет для бассейна Хадыты выглядит следующим образом. Площадь бассейна Хадыты (без Воронковского Сора) составляет около 3,3 тыс. км^2, обводненность территории в межень около 20 %, среднегодовая норма осадков 250 мм, средневзвешенная испаряемость 180 мм (300 м с водной поверхности, 150 мм с поверхности суши). Объем воды в озерах бассейна, включая старицы и русла рек, составляет

1,32 км³ (при средней глубине водоемов 2,0 м). Среднегодовое количество осадков достигает 0,825 км³, из которых 0,594 км³ испаряется. Среднегодовой сток Хадыты, таким образом, составляет всего 0,231 км³, т. е. 17,5 % по отношению к меженному запасу воды в водоемах. Таков общий вклад Хадыты в гидрологический баланс Ямала.

Сведения о гидробиологическом режиме озер даже Ямала в целом отрывочны и немногочисленны. Наибольшее внимание уделялось не первичной продукции, как следовало по логике, а гетеротрофному циклу. Так, по замечанию Н. Н. Данилова [25, с. 28], огромное значение для тундровых биогеоценозов имеет «...обратный поток вещества — вынос его на сушу вылетающими насекомыми после завершения личиночного развития в воде и извлечение птицами. Водные членистоногие поедаются почти всеми птицами, а не только водными или прибрежными. Значение их в питании увеличивается весной и в конце лета. Было ориентировочно подсчитано, что на стационаре «Харп» в пересчете на всю площадь суши выносится вылетающими насекомыми 150 мг/м² (в сыром весе) и птицами извлекается около 250 мг/м², т. е. общее количество поступающего из воды вещества составляет 400 мг/м², или 7—10 % от биомассы всех наземных и почвенных животных».

На наш взгляд, следует опасаться некоторого преувеличения роли водных членистоногих и птиц в выносе органического вещества из водоемов на сушу. Действительно, удельная биомасса, например, членистоногих в водоемах в несколько раз превышает таковую на суше [25], но ведь и водосбор любого водоема в среднем в пять раз (обводненность территории 20 %) превышает площадь его зеркала. Таким образом, в части именно членистоногих между сушей (водосбором) и водоемом соблюдается весьма жесткий баланс: сколько вещества выносится из водоема, столько же его и привносится в водоем с территории водосбора (в виде членистоногих и продуктов их жизнедеятельности). Аналогичные рассуждения, по-видимому, справедливы и по отношению к другим группам животных (с растениями все значительно сложнее). Цифры 400 мг/м² или 7—10 % от биомассы всех наземных и почвенных животных характеризуют отнюдь не «общее количество поступающего из воды вещества», а объем органического вещества вторичного (животного) происхождения, обращающегося между сушей и водоемом в пределах годового межценозного метаболического цикла.

Конечно, в озерах бассейна производится огромное количество первичного органического вещества, но основная его часть в них же и остается. Известно, что до 95 % твердого вещества, увлекаемого рекой, задерживается в водохранилище. Смежные озера бассейна, как правило, сообщаются между собой протоками, образуя причудливые каскады, каждая из ступеней которых действует аналогично пруду или водохранилищу. Именно это

обстоятельство и определяет, что со стоком из озер выносится главным образом либо растворенное, либо тончайшее взвешенное органическое вещество, а все остальное надолго погружается в донные озерные отложения. Как было показано в табл. 5, более 25 % территории плакора в межень представлено осушенными днищами озер. Именно здесь, главным образом под воздействием атмосферных факторов (колебаний температуры и влажности, неограниченного доступа кислорода), происходит разложение и вторичное использование избыточного органического вещества, накапливающегося в озерах. Отсюда и колоссальная продуктивность фитоценозов на осушенных днищах озер.

В 1972—1974 гг. в пойме и на плакоре хадытинского бассейна Н. В. Николаевой исследовалась динамика численности кровососущих комаров, фауна которых здесь представлена девятью видами рода *Aedes*. В лесных (пойменных) водоемах доминируют личинки *Aedes communis* (87,6—91,4 %), а в плакорных водоемах преобладают *A. hexodontus* (53,4—65,3 %) и *A. nigripes* (22,9—39,0 %). Личинки всех этих видов комаров — сапрофаги, т. е. используют в пищу отмершую травянистую водную растительность и элементы перифитона (растения и животные, обитающие на стеблях и листьях высших водных растений). Установлено, что за период развития личинки комаров потребляют не более 24 % всей фитомассы [55]; таким образом, колебания численности комаров по годам не связаны с динамикой их кормовых ресурсов.

В работе Н. В. Николаевой [56] показана изменчивость численности личинок комаров в лесных и тундровых водоемах. При этом подчеркнуто, что обилие личинок на единицу площади, исходя из биологических свойств личинок, расценивается как существенно более важный показатель, чем их обилие на единицу объема воды. В пойменных водоемах решающее значение для численности комаров имеет уровень весеннего паводка: чем он выше, тем больше отродившихся личинок. В тундровых водоемах плотность личиночных популяций по годам относительно стабильна. Различий в смертности комаров различных генераций не наблюдалось, хотя их личиночное развитие протекало в заведомо различных условиях. В среднем в бассейне Хадыты в водоемах всех типов в 1972 г. обитало до 4,3 г/м^2 личинок комаров, в 1973 г.— 1,7 г/м^2. В 1972 г. ими переработано в среднем 13 г/м^2 отмершей растительности в сухом весе, а в 1973 г.— около 4 г/м^2.

Обсуждение некоторых проблем озер уместно продолжить на примере самого крупного водоема бассейна — Воронковского Сора. Разумеется, при строгом подходе его следует относить одновременно и к системе Хадыты, и к системе собственно Оби.

Гипотеза о происхождении Воронковского Сора была изло-

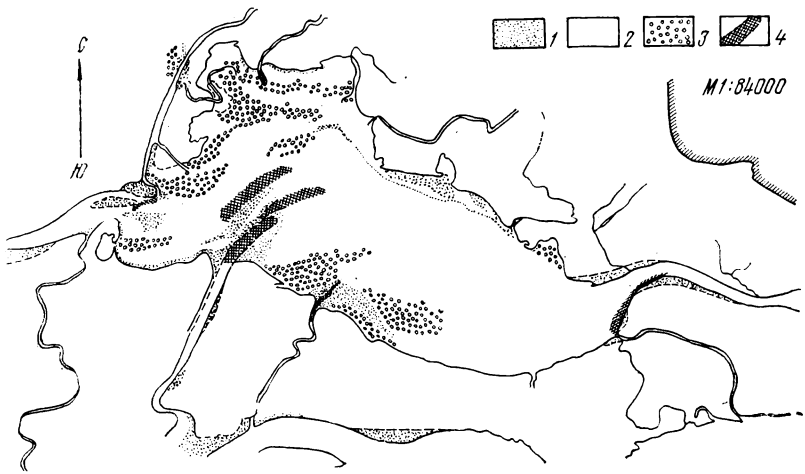


Рис. 12. Архитектоника Воронковского Сора.
1 — отложения песка, *2* — грядово-мочажинные комплексы, *3* — радиальные осоковые синузии, *4* — глубокие ложбины.

жена в главе II (см. рис. 4). В настоящем разделе рассмотрим главным образом особенности его строения и функционирования.

Схематическая карта Воронковского Сора, построенная по данным аэрофотосъемки 1965 г., показана на рис. 12. Площадь сора составляет 63,75 км^2 (без примыкающих проток). Абсолютные отметки для его берегов не превышают 1—3 м над ур. м., а урез воды в межень весьма близок к уровню мирового океана. Кроме Хадыты, в Воронковский Сор имеют сток реки Хальмерьяха (с северо-запада) и Нгаркахарвотаяха (с северо-востока). Семью протоками сор сообщается с р. Обью. Огромное влияние на уровень воды в сору оказывают нагонные явления: во время северных и восточных ветров сор переполняется водами Оби, тогда как в нормальных условиях межени его можно пересечь пешком в любом направлении.

Длина сора 14,3 км, максимальная ширина 6,3 км. Протяженность южной береговой линии около 17 км, а северной — почти 30 км. Эта асимметрия вполне соответствует нашей гипотезе образования сора; южный берег, как и берег любой обской протоки, испытывает преимущественно влияние обской струи, действующей в продольном направлении, а северный берег в поперечном направлении существенно переработан и деформирован «дрейфующим» на запад устьем Хадыты.

При грубом подходе в архитектонике сора выделяются структуры четырех контрастирующих типов: отложения песка, грядово-мочажинные комплексы, радиальные осоковые синузии, а также относительно глубоководные зоны и ложбины.

Скорость течения в протоках, впадающих в сор, составляет

менее 0,1 м/с, а в самом сору течение еще более замедляется. Естественно, что тяжелые песчаные частицы осаждаются главным образом при впадении потоков в сор, образуя характерные шлейфы или конусы выноса. Приуроченность таких конусов к западной и юго-западной части сора свидетельствует о преобладании тока воды с запада на восток и существенном участии в формировании наносов стока Хадыты. В восточной части сора песчаные отложения формируются в виде побочней. Площадь чистых песчаных отложений достигает 5,5 км², т. е. 8,6 % от общей поверхности сора.

Рельеф сора формируется главным образом в период паводков, а также в моменты сильных волнений. Результатом этих воздействий и являются грядово-мочажинные комплексы, преобладающие по площади и занимающие центральную часть сора. В пунктах взаимодействия разных потоков грядово-мочажинные комплексы организуются в причудливые спиралевидные вихревые структуры, хорошо различимые на аэроснимках. Гряды в комплексах выполнены тонким песком, а мочажины заполнены более дисперсным материалом. Преимущественно к грядам приурочены элементы высшей водной растительности.

В зонах с богатым содержанием илистых фракций, формирующихся в стороне от основных водных потоков, образуются пышные заросли осок, организованные в идеально круглые (радиальные) синузии, называемые часто «медальонами». Структуры подобного типа занимают около 8,8 км² или 13,8 % поверхности сора. Диаметр «медальонов» в среднем составляет 15—25 м, но отдельные, самые крупные из них, достигают в диаметре 100 м, и, разумеется, их радиальная природа может быть выявлена лишь при помощи аэрофотоснимков.

Относительно глубоководные зоны сора имеют форму желобов, залегающих в песчаных конусах выноса потоков. Глубина их в межень, по-видимому, не превышает 2,0 м, а ширина колеблется от нескольких метров до 300 м. Общая площадь таких желобов составляет около 2,4 км², т. е. 3,8 % поверхности сора (имеются в виду лишь крупные желоба, различимые на аэрофотоснимках, а не мочажины, которые также могут иметь значительную глубину).

Таким образом, около ¾ территории сора приходится на долю открытой мелководной зоны с более или менее выраженными грядово-мочажинными комплексами. По соотношению различных геоморфологических структур весь сор представляет собой превосходное рыбохозяйственное угодье: на подавляющей части территории сора идеальными условиями для развития обладает высшая водная растительность, являющаяся кормом и субстратом для водных беспозвоночных; молодь сиговых рыб имеет здесь хорошие нагульные пастбища; глубоководные ложбины обеспечивают возможность миграционных перемещений рыб при самом низком уровне воды, они же предоставляют ры-

бам укрытие от различных неблагоприятных факторов; осоковые синузии служат надежным убежищем и источником корма для водоплавающей птицы и ондатры. При существующем гидрологическом режиме этому водоему не грозит эфтрофикация, поскольку он регулярно промывается мощными водными артериями. Устойчивое многолетнее снижение водности способно трансформировать подавляющую часть водоема в неистребимые кустарниковые заросли.

Структурно-функциональная организация экосистемы собственно р. Хадытаяхи

Настоящий раздел выделен в порядке постановки вопросов, поскольку у нас нет данных о гидробиологическом режиме реки и ее рыбохозяйственных особенностях. Именно здесь следовало бы провести всестороннее сопоставление рек в ряду Харбей — Лонготьеган — Щучья — Хадытаяха — Ядаяходыяха. Обобщенные показатели по всем этим рекам в свою очередь нужно сравнить с соответствующими данными по уральским притокам Оби (Северной Сосьве, Ляпину, Манье, Хулге, Соби), а также по рекам Ямала, впадающим непосредственно в Обскую губу. Хорошее начало такому широкому эколого-географическому сопоставлению положено работой Л. А. Добринской и других [28].

От орнитологов желательно иметь ориентировочные данные о том, сколько все-таки рыбы поедают чайки, гагары и прочие птицы и каков охотничье-промысловый «вес» водоемов бассейна Хадыты. Нужны сведения об экологии ондатры и водяной полевки. Наконец, общими усилиями требуется соотнести в хронологическом масштабе экологические особенности наиболее протяженных и заведомо разновозрастных хадытинских проток.

Особого и специального рассмотрения заслуживают динамические характеристики мелких межозерных проток, являющихся своего рода «нервной системой» регионального ландшафта.

Следует еще раз подчеркнуть, что, хотя бассейн Хадыты и занимает всего около 3 % территории Ямала, в силу повышенной продуктивности его биоценозов, их исключительного типологического разнообразия и видовой насыщенности, он является заметным объектом в природной обстановке полуострова. Достаточно отметить, что хадытинский таежный массив по грубой оценке составляет уже около 7 % по отношению к площади лесов Ямала, если считать, что последняя равна примерно 1,2 тыс. км^2 (включая малоценные массивы древовидных ивняков на островах дельты Оби, занимающие почти половину общей площади лесов). По запасам древесины «вес» хадытинского лесного массива, по-видимому, приближается уже к 10 % от общего запаса ямальских лесов. Аналогичные расчеты можно проделать и по другим типам биоценозов и их компонентам.

Многие виды растений и животных находятся здесь на северном пределе своего географического распространения и при детальном исследовании обнаруживают специфические морфогенетические приспособления к условиям Субарктики [24, 101], реализующиеся на индивидуальном (организменном), популяционном и биоценологическом уровнях. В перспективе нужно установить, каким образом типичные тундровые виды и ассоциации адаптируются к условиям таежной экосистемы.

Глава V

ЭЛЕМЕНТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ СМЕЖНЫМИ БИОЦЕНОЗАМИ. ХАДЫТИНСКИЙ КОМПЛЕКС КАК ЕДИНАЯ И ЦЕЛОСТНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ МАКРОСИСТЕМА

Настоящая глава является продолжением предыдущей, только здесь сделан акцент не на внутриценозные, а на межценозные отношения. Функциональная природа биоценозов (взаимодействие их между собой) остается до сих пор забытой областью исследований [33].

Представлять хадытинский комплекс как конгломерат водных, таежных и тундровых биоценозов очень удобно, но ошибочно. За 6—10 тыс. лет практически без вмешательства человека здесь должна была выработаться достаточно устойчивая система взаимосвязанных и взаимодействующих биоценозов, каждый из которых — неотторжимый элемент единого целого. Категории «целостность» и «устойчивость» в биогеоценологии употребляются очень часто, но по отношению к живым системам надорганизменного уровня они остаются расплывчатыми и неопределенными. По-видимому, не стоит и стремиться к абстрактному пониманию упомянутых категорий. Гораздо полезней рассмотреть их содержание применительно к конкретному естественно-историческому объекту, что мы и попытаемся сделать в настоящей главе, руководствуясь убеждением, что в этом таится возможность актуальных эмпирических обобщений.

Взаимодействия между смежными биоценозами комплекса

В предыдущей главе была рассмотрена структурно-функциональная организация луговых, кустарниковых, лесных, болотных, тундровых, озерных и речных биоценозов. При строгом комбинативном подходе между ними возможно 21 парное сочетание (луг с кустарниковыми зарослями, луг с лесом, лес с болотом и т. д.). Любое из этих сочетаний можно встретить в природе. Ниже мы попытаемся свести в определенную систему преимущественно интуитивные качественные представления

о наиболее очевидных и существенных, на наш взгляд, явлениях и процессах, протекающих на границах между разнотипными биоценозами хадытинского комплекса.

Обзоры подобного рода нам не известны, отсюда неизбежен и некоторый субъективизм в подборе признаков, принятых за основу нашей формальной логической схемы. Действительно, любой биоценоз можно охарактеризовать в принципе бесконечно большим количеством признаков, следовательно, и границу между двумя смежными биоценозами можно анализировать по очень многим показателям. Мы же вынуждены ограничиться рассмотрением нескольких достаточно существенных из них. Вполне очевидно, например, что во всех случаях основополагающее значение имеет режим стока (его направление, объем, динамика). Немалое значение во взаимоотношениях между смежными биоценозами имеют и их продуктивность, и видовая насыщенность, и степень подвижности (мобильность) видовых ценопопуляций, включая репродуктивные зачатки организмов растений и направление сукцессионных превращений ценозов.

Каждому признаку следовало бы дать количественную оценку, но это далеко не всегда возможно. Чаще всего доступна лишь качественная альтернативная оценка, типа «больше — меньше», «богаче — беднее» и т. п. Некоторые признаки можно было бы условно выразить в баллах, а в спорных случаях прибегнуть к дельфийскому способу оценки, т. е. синтезировать заключения нескольких экспертов. Ниже приводится краткий обзор контактных взаимодействий между различными биоценозами. Разумеется, он требует критического отношения и нуждается в уточнении и дополнении.

Лес — луг. Лесные биоценозы в пойме нередко непосредственно контактируют с луговыми. Сток в этом случае происходит от леса к лугу. В составе биоценозов немало общих видов травянистых растений, но в прохождении ими отдельных фенофаз имеются резкие различия, что создает определенную изоляцию между ценопопуляциями. Луговые виды растений проникают в лес глубже, чем лесные виды на луг. Существование и продуктивность луговых биоценозов поддерживается регулярными и длительными паводками, при отсутствии которых после серии сукцессионных превращений луг сменяется лесом.

Лес — кустарниковые заросли. В зоне контакта образуют чрезвычайно специфический биогеоценологический элемент в форме лесных опушек. В полосе контакта накапливается огромное количество снега, так что сток происходит нередко в обе стороны от нее. Доминирующие фитокомпоненты в этой полосе отличаются повышенной продуктивностью по всем составляющим общей фитомассы, что привлекает сюда в поисках корма и укрытия самых разнообразных животных, начиная от беспозвоночных и кончая крупными млекопитающими. Границы дан-

ного типа можно без преувеличения считать «полосами сгущения жизни», представляющими самостоятельный интерес в любом экологическом исследовании.

Лес — болото. Контакты данного типа распространены преимущественно в периферических сегментах долины, где ослабляется дренирующее влияние реки и усиливается воздействие водных и холодных воздушных масс, стекающих с плакора. Переход от леса к болоту представлен, как правило, относительно широкой полосой, т. е. имеет типичный дизъюнктивный характер (лесные парцеллы вторгаются в болото, болотные элементы — в лес). Сток происходит из леса в болото, часть стока консервируется на болоте в форме прогрессирующей мерзлоты, таким образом при постоянном гидрологическом режиме болото постепенно наступает на лес.

Лес — тундра. Взаимодействия данного типа во многом сходны с предыдущими, только болота образуются на водонепроницаемых грунтах, а тундры — на более дренированных субстратах. Продвижению лесной растительности на участки «долинной» тундры препятствуют систематические инверсионные морозобойные явления и близкое залегание мерзлоты. Сток происходит от тундры к лесу. Анализ структуры лесотундровых ассоциаций и взаимодействий между элементами леса и тундры проделан в работах [52] и [58]. На очереди анализ консортных взаимодействий, т. е. отношений между элементами леса и тундры с учетом зоокомпонентов.

Лес-озеро. Берега многих стариц покрыты лесом. Собственно и сами старицы своим происхождением зачастую обязаны лесным заносам ответвлений основного русла. Из леса в старицу ежегодно поступает огромное количество органики в виде опада, отпада, пыльцы и семян, так что старица сравнительно быстро переходит сначала в состояние топи, а затем и низового осокового болота.

Лес — река. Река созидает, но она же и разрушает ландшафт, меняя русло. В последнем случае нередки ситуации, когда река пересекает в новом направлении собственный веер перемещения русла, создавая тем самым идеальный объект для изучения в виде свежего разреза через собственные отложения со всеми свойственными им биоценозами. Берега реки в среднем течении заметно захламлены древесиной. Разумеется, в историческом масштабе времени лесная растительность существенно стабилизирует русло реки. В этом плане полезно было бы сравнить среднестатистические параметры излучин Хадыты и какой-нибудь равноценной по объему стока, но лишенной лесной растительности реки юго-восточного Ямала. Вероятно, в этом смысле может быть показательным даже коэффициент извилистости русла, вычисленный по крупномасштабной топографической карте. Аналогичным образом полезно сравнить амплитуды колебаний стока в замыкающих створах соответствующих рек: обле-

сенность долины и в этом случае должна существенно стабилизировать сток.

Луг — кустарниковые заросли. В ходе аллювиальной сукцессии луговые сообщества сменяются кустарниковыми зарослями. Аналогичный процесс происходит и на плакоре при сработке уровня озер. Границы данного типа являются излюбленным местообитанием многочисленных мелких млекопитающих (полевок и пр.), и последние своей деятельностью, надо полагать, в немалой степени способствуют наступлению кустарников на луг. Этот факт заслуживает специального исследования, поскольку имеет весьма принципиальное значение. Достаточно представить себе осоковый луг и ивовые заросли, чтобы судить об их чрезвычайной бедности и однообразии во флористическом отношении. Это обстоятельство делает контактную зону между ними удобным естественным объектом для исследования тонких биохимических взаимодействий между монодоминантными ценозами, тем более что сток направлен строго от кустарников на луг. Особенно на плакоре нередко можно наблюдать и обратную картину, когда ниже луговой террасы, буквально утопая в воде, располагается полоса кустарников. Подобные ситуации связаны с катастрофическим подтоплением или осушением прилегающего озерного водоема. Вообще внезапные излияния термокарстовых озер, расположенных на разных гипсометрических уровнях, преподносят геоморфологам и геоботаникам немало удивительных сюрпризов.

Луг — болото. Луг — заболоченный луг — олуговевшее болото — болото. Таков спектр взаимопереходных состояний между болотом и лугом. Пожалуй, лишь крупномасштабный спектразональный аэрофотоснимок способен прояснить все оттенки этого пестрого спектра и дать достаточно объективную основу для суждения о динамических тенденциях.

Луг — тундра. Проблемы сельскохозяйственного освоения тундровых ландшафтов освещены в сводке И. С. Хантимера [94]. Им же рассматриваются вопросы взаимоотношений естественной луговой и тундровой растительности. Как известно, тундровые почвы мелкие, весьма кислые и чрезвычайно бедны доступными для растений минеральными питательными веществами, особенно фосфором. Поэтому, за исключением пойм, существование лугов возможно только на берегах и осушенных днищах тундровых водоемов, а также в проточных ложбинах. Элементы луговой растительности, как уже отмечалось нами, распространены по тундре там, где остаются органические отходы деятельности человека. Весьма принципиальное значение имеют пути восстановления растительности в тундре после пожара. Надо полагать, что при некотором содействии со стороны человека горельники в тундре могут трансформироваться в луга. В целом, по-видимому, можно сказать, что в тундре органическое вещество перерабатывается преимущественно физическими агентами,

а на лугу — биологическими. Продуктивность луговых ценозов среди тундры обеспечивается стоком с вышележащих тундровых участков, следовательно, насколько выше продуктивность луга, настолько при прочих равных условиях больше площадь соответствующего тундрового водосбора. Если водосбор слишком мал, то луговина попросту не образуется.

Луг — озеро. Ветровой нагон выносит на берега озер немалые дозы детрита. За счет колебаний уровня воды он распределяется более или менее равномерно по площади. Рыхлый детрит (а мы об этом постоянно забываем), предоставленный сокрушительному воздействию атмосферных и физических факторов, включая неисчерпаемые запасы кислорода, очень быстро превращается в легкоусвояемый и теплосохраняющий субстрат. Подавляющая часть этого субстрата со стоком выносится обратно в водоем, но некоторая его доля остается на суше пригодной для поселения пионерных ползучекорневищных растений (преимущественно хвощей, синузии которых достигают здесь внушительной продуктивности).

Нам постоянно хотелось выделить и подчеркнуть две мысли, являющихся ключевыми к пониманию многих аспектов жизнедеятельности тундровых, лесотундровых и таежных в тундре экосистем: во-первых, подавляющая часть гетеротрофного цикла метаболизма сообществ приходится здесь на долю чисто физических экстремальных факторов; во-вторых, низшие формы растений здесь и сейчас, как некогда в отдаленном геологическом прошлом биосферы в целом, во многих случаях играют основополагающую биогеоценологическую роль. Превращение некоторой части озер тундры в высокопродуктивные луга — одна из наиболее реальных предпосылок для надежного сельскохозяйственного освоения Субарктики. Для рыбного хозяйства подавляющая часть озер Ямала не представляет особого интереса, а стало быть, они являются неисчерпаемым мелиоративным фондом для лугоразведения. Разумеется, при этом нельзя упускать из вида разнообразные гидрологические и геоморфологические функции озер, но об этом должен быть особый разговор. Совершенно очевидно, что в интересах преобразования озерных биоценозов в луговые угодья исследование механизмов их естественных превращений имеет огромное практическое значение.

Луг — река. Взаимодействия данного типа для субарктических широт освещены И. С. Хантимером [94]. Луга в пойме Хадыты не поражают своим великолепием по сравнению с лугами поймы Средней и Нижней Оби исключительно из-за того, что в каждом конкретном случае имеют чрезвычайно малые размеры. В вегетационный период тепловой сток Хадыты, как и любой другой ямальской реки, питающейся из мелководных и, соответственно, хорошо прогревающихся водоемов, весьма значителен (в отдельные годы верхний 20—30-сантиметровый слой воды в озерах нагревается до 25 °С), и подавляющая часть это-

го стока «достается» в первую очередь именно луговым биоценозам. Олуговение свежих песчаных кос, со своей стороны, препятствует разрушительным воздействиям реки и подготавливает субстрат для дальнейшей экспансии растительности.

Кустарниковые заросли — болото. Кустарниковые формации вообще изучены пока слабо, а их контактные взаимодействия с биоценозами других типов известны еще меньше. Достаточно очевидно, что кустарниковые биоценозы занимают более повышенные и дренированные местообитания по сравнению с болотными; в кустарниковых зарослях зимой накапливаются значительные запасы снега, и сток происходит в сторону болота. Болото консервирует в себе мерзлоту, а под кустарниками грунт сравнительно глубоко прогревается и аэрируется, благодаря чему граница между ними весьма резкая и устойчивая: ее положение регулируется не взаимоотношениями между кустарниковой и болотной растительностью, а перемещениями русла реки и образованием новых водотоков. Если русло реки отступает, то следом за ним отступают и кустарниковые заросли, а на их месте образуется болото. Но стоит только усилиться стоку воды через болото, например, из вышележащего водоема в результате размыва какой-либо перемычки, как вдоль новой, обогреваемой транзитным стоком водной артерии зарождаются заросли кустарников. Подобные явления и в долине, и на плакоре чрезвычайно распространены. Случаи массового усыхания кустарников в некоторых пунктах связаны, как было сказано, именно с внезапными нарушениями гидрологического режима в результате либо отступления русла реки, либо катастрофического излияния озера.

Кустарниковые заросли — тундра. Контактные взаимодействия данного типа детально рассматриваются в книге Б. Н. Норина [58], где показано, в частности, что собственно кустарниковые, травяно- и кустарничково-моховые (-лишайниковые), моховые и лишайниковые синузии в так называемых кустарниковых тундрах отличаются значительной автономностью в структурно-функциональном отношении, так что тундры данного типа следует относить к комплексным образованиям. Кустарниковые группировки являются более мощными эдификаторами, чем все прочие, но их собственное распространение жестко лимитируется гидрологическими и орографическими факторами, поэтому и взаимопревращения синузий возможны лишь при изменении последних, т. е. в связи с геоморфологическими процессами. В долине реки тундровые биоценозы образуются в «наиболее холодных»» местообитаниях, кустарниковые же заросли относятся к числу «теплых» биоценозов; таким образом, граница между ними сопряжена с резким микроклиматическим перепадом. Останцы плакора в долине Хадыты являют собой участки типичной тундры, но склоны их покрыты мощными кустарниковыми зарослями. В этом случае огромное значение имеет, по-

видимому, навеивание на склоны снега с плоской и приподнятой поверхности останцев.

Кустарниковые заросли — озеро. Озера речного происхождения — чрезвычайно консервативные образования, и их берега, как правило, покрыты лесом, а кустарники произрастают лишь узкой полосой у самой воды, не образуя самостоятельных сообществ. Озера термокарстового типа, напротив, чрезвычайно динамичны, и почти непроходимые кустарниковые заросли являются непременным атрибутом приозерных террас. Для береговой линии практически любого термокарстового озера можно выделить зону, в которой озеро врезается в свой коренной берег или в свои собственные более древние отложения, и зону, из которой озеро отступает, оставляя за собой свои новейшие отложения, на которых через гидросерии происходит обычная аллювиальная сукцессия растительности.

В отдельных частях бассейна Хадыты процесс смещения озер векторизован, т. е. множество однотипных озер смещается в определенном направлении. Помимо ветрового нагона, здесь могут играть роль и какие-нибудь текущие региональные тектонические тенденции. Древние озерные отложения заняты, как правило, именно кустарниковыми зарослями, и, разрушая их, озеро обогащается огромными дозами грубого растительного детрита. При наличии вектора перемещения озера детрит откладывается главным образом в противоположной зоне, а мелкие озера, блуждающие в своем ложе подобно пестику в ступе, бывают сплошь заполнены обрывками корней и ветвей кустарников, которые в воде разлагаются очень медленно. Надо полагать, что именно большие количества специфического растительного детрита в донных и береговых отложениях мелких термокарстовых озер являются основной биохимической причиной их безжизненности. Во всяком случае, к объемам хотя бы только дубильных веществ, вымываемых из коры кустарникового отпада, следует присмотреться более внимательно.

Кустарниковые заросли — река. Чем ниже по продольному профилю реки, тем шире распространены в ее долине кустарниковые заросли. И в верховьях рек кустарниковые сообщества преобладают, но там это связано с молодостью аллювиального субстрата и суровостью климата, а в низовьях — с повышенной длительностью паводка, препятствующей выживанию древесной растительности. Деформация русла на нижнем отрезке Хадыты препарируются именно видовой и возрастной структурой кустарниковых сообществ, и это обстоятельство заслуживает самостоятельного дендрохронологического исследования.

Надо полагать, что кустарниковые заросли в период паводков накапливают в себе наибольшие количества плодороднейшего наилка, поскольку он откладывается в них не только на поверхности почвы, но и на огромной поверхности побегов, стволов и ветвей, с которой затем постепенно смывается вниз

дождями. Это обстоятельство — одна из причин, по которой гребни прирусловых валов в пойме растут в высоту быстрее, чем днища ложбин. Таким образом, на фоне паводково-пойменного экологического цикла кустарниковые сообщества являются системами, обладающими наивысшими аккумулирующими свойствами. По мере отдаления русла реки от конкретного кустарникового сообщества оно все более деградирует в сторону болотного или тундрового типов растительного покрова.

Болото — тундра. Взаимодействия и взаимопревращения данного типа и на плакоре и в долине определяются в первую очередь орографическими факторами: на выпуклых элементах рельефа образуются тундры, бессточные понижения превращаются в болота. Деформации русла нередко отчленяют отдельные плоские участки поймы, лишая их стока и превращая в мелководные периодически обсыхающие озера, где складываются благоприятные условия для развития болотообразовательного процесса.

По мере накопления торфяной залежи и мерзлоты под ней профиль болота приобретает все более выпуклую форму, что способствует развитию на нем типичных тундровых ассоциаций. Такова идеальная умозрительная схема, в пользу которой свидетельствует отсутствие в долине реки столь характерных для плакора полигональных тундр. Действительно, упругий торфянистый грунт вряд ли способен к полигональным деформациям. Предметом специальных усилий могли бы быть поиски древесины, погребенной в тундровых болотах, как свидетельства более теплых периодов в истории Южного Ямала. Находки древесины в торфяных отложениях долин, как правило, не вполне надежны, поскольку всегда есть основания для подозрения, что эта древесина переотложена речным потоком, т. е. находится далеко от ее коренного местонахождения.

Болото — озеро. Как уже отмечалось нами, водосбор каждого озера на Ямале в среднем примерно в пять раз больше его зеркала. Можно представить, с какой огромной скоростью ложе озер заполнялось бы в условиях тундры классическим минеральным материалом, выносимым с площади водосбора, если бы не присутствие в обрамлении озер обширных заболоченных территорий, которые и перехватывают значительную часть твердого стока с водосбора. Можно сказать, что приозерные болота выполняют определенную водоохранную роль, в какой-то степени аналогичную роли лесной растительности на горных склонах. С другой стороны, из болот в озера вымываются значительные количества грубой органики. Это способствует вспышкам массового размножения сине-зеленых водорослей в теплое время года, а в зимний период является одной из предпосылок для полного исчерпания в воде ресурсов свободного кислорода.

Болото — река. Прямые взаимодействия между болотными биоценозами и рекой происходят в тех многочисленных случаях,

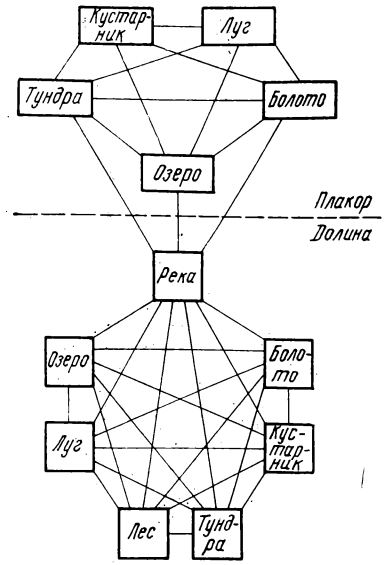
когда река разрушает береговую толщу. При этом прежде всего река дренирует болото, и на нем начинаются интенсивные сукцессионные превращения, которые в идеальном случае через стадию кустарниковых зарослей должны привести к вспышке лесообразовательного процесса. Альтернативная ситуация складывается в тех случаях, когда река, «уходя», откладывает мощный прирусловый вал, блокирующий сток с прилегающей территории.

Тундра — озеро. На плакоре преобладающая часть водосборных бассейнов озер представлена именно тундровыми ассоциациями. Аналогичное положение складывается и в долинах рек, когда их русла слишком далеко отклоняются в сторону от исходного состояния. При непосредственном контакте озера с тундровым сообществом озеро, судя по всему, весьма активно разрушает береговую линию и образует характерный уступ — чрезвычайно мелководную зону, подстилаемую перемытым песчаным материалом.

Тундра — река. Прямой контакт между тундрой и рекой, как правило, опосредован биоценозами других типов, но все-таки он возможен, особенно при размывании рекой коренного берега долины. Именно в последнем случае в реку поступает наибольшее количество минерального материала; тундровый берег оказывается изрезан многочисленными оврагами, которые закладываются с поразительной регулярностью. В данной ситуации полезно было бы искать в тундровых сообществах виды растений, однозначно реагирующих какими-либо онтогенетическими или фитоценологическими приспособлениями на тепловой сток реки. Одновременно можно будет определить и параметры зоны теплового влияния реки, а также скорости русловых деформаций. Во всех других случаях («лес — река», «болото — река» и т. д.) упомянутые явления и процессы выступают далеко не в обнаженном и доступном для количественных наблюдений виде. Огромный интерес и потенциальные возможности для обобщений представляет простое сравнение разновременных наземных фотографий одной и той же речной излучины, наступающей на тундру.

Река — озеро. Озеро бассейна стабилизируют сток реки: в межень срабатываются колоссальные объемы озерных запасов воды вместе с аккумулированным в ней теплом, что и обеспечивает процветание разнообразных биоценозов поймы. Протоки, соединяющие озера с рекой, врезаются в грунт чрезвычайно глубоко и вследствие этого они — весьма консервативные образования. Очень сложным и заслуживающим специального исследования является миграционное поведение отдельных видов рыб и прочих гидробионтов в системе река — озеро. Осенью можно наблюдать в протоках огромные количества мальков, скатывающихся из озера если не в реку, то, по крайней мере, в расширенные глубоководные протоки (палеорусла Хадыты). Надо полагать, что именно в последних рыбы и находят зимние убежи-

Рис. 13. Система парных взаимодействий между биоценозами бассейна.



ща, поскольку мелководные озера промерзают на всю толщу. Озерами в подавляющей степени определяется гидрохимический режим реки. Влияние реки на озера передается через колебания местных базисов эрозии, при этом наиболее чувствительны сточные озера, а уровень проточных озер довольно стабилен.

Такова общая картина парных взаимодействий между биоценозами бассейна. На рис. 13 рассматриваемые связи сведены в схему. Здесь, в частности, отражено то обстоятельство, что одноименные биоценозы плакора и долины принадлежат к принципиально различным динамическим функциональным системам, связующим звеном между которыми является режим стока. В идеале по данной схеме в количественной форме следовало бы проследить отдельно направления перемещений жидкого, твердого и теплового стока, органических веществ и даже живых существ отдельно в сезонном, многолетнем и вековом ритмах. Но в целом это пока еще совершенно неосуществимая задача, могут быть освещены лишь исключительно качественные показатели. Особый интерес представляют территориальные взаимопревращения биоценозов на плакоре и в долине, которые в конечном итоге сводятся к элементарным превращениям (связыванию и высвобождению, транспорту и накоплению) вещества и энергии.

Взаимосвязи между биоценозами не исчерпываются контактными взаимодействиями. Для развития представлений об этих взаимодействиях необходимы новые научные понятия. Здесь прежде всего нужно выделить в особую категорию биоценозы, для которых характерен вынос вещества и энергии,— биоценозы выносного или сточного типа. Как антипод биоценозам упомянутого типа следует выделить аккумулятивные биоценозы, т. е. сообщества, в которых вещество и энергия накапливаются. Наконец, можно выделить промежуточную категорию биоценозов, через которые происходит транзит вещества и энергии (биоценозы транзитного типа). Примером сточного биоценоза может служить водораздельное озеро или участок тундры на плоской поверхности пойменного останца. Типичный ак-

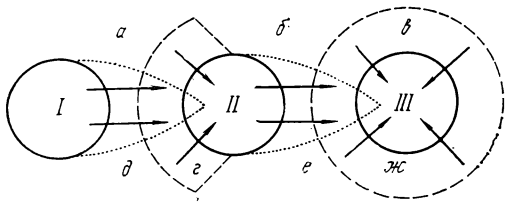


Рис. 14. Принципиальная схема представлений о функциональных типах биоценозов и полигонах их влияния.

I — сточный биоценоз; *II* — транзитный; *III* — аккумулятивный; *а* — *ж* — прочие. *Сплошная линия* — границы биоценозов, *штриховая* — бассейнов, *пунктирная* — полигонов, *стрелка* — направление стока.

кумулятивный биоценоз — речная старица или низовое болото. Кустарниковые сообщества или проточные озера являются характерными представителями биоценозов транзитного типа. Как мы неоднократно подчеркивали, последние, на наш взгляд,— наименее динамичные биогеоценологические образования.

Далее, для биоценозов сточного типа с учетом, по крайней мере, преобладающего направления ветров, направления стока и ориентации их относительно меридиана, можно теоретически определить размеры и конфигурацию полигонов их влияния на прилегающие к ним территории. На практике в границы такого полигона естественно вписываются биоценозы, осуществляющие транзит и аккумуляцию вещества из данного биоценоза. Для биоценозов аккумулятивного типа следует подразумевать реальность их бассейнов, т. е. территорий, с которых происходит поступление материала. По отношению к транзитным биоценозам логично выделять их собственные полигоны влияния и собственные бассейны.

Схематизированное (или идеализированное) представление о перечисленных выше функциональных биогеоценологических категориях отражено на рис. 14.

Бассейн Хадыты как единая целостная экосистема

В схеме ландшафтного районирования севера Западной Сибири [51] бассейн Хадыты принадлежит к Южно-Ямальскому району южнотундровой подпровинции морских равнин. Разумеется, констатации этого факта далеко недостаточно, чтобы охарактеризовать изучаемую территорию в целом. В предыдущих главах приводилось немало синтетических показателей, но они не могут дать общего представления о том, как функционирует весь бассейн, как взаимодействуют его отдельные элементы и как, наконец, проявляется жизнедеятельность ландшафтов бассейна по отношению к прилегающим территориям.

Схема на рис. 14 в абстрактной форме поясняет, каким образом все множество конкретных биоценозов (и элементарных ландшафтов) хадытинского бассейна цементируется в единую и целостную экологическую макросистему. Действительно, любой биоценоз сточного типа распространяет свое влияние на се-

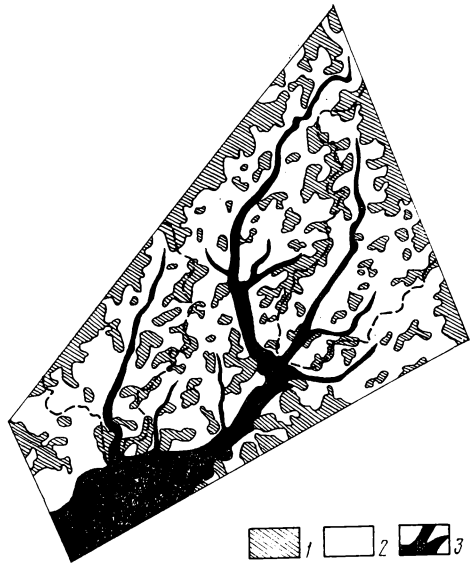


Рис. 15. Архитектоника бассейна р. Хадытаяхи.
1 — сточные, *2* — транзитные, *3* — аккумулятивные ландшафты.

рию смежных транзитных и аккумулятивных биоценозов, но и любой аккумулятивный биоценоз, как правило, воспринимает влияние нескольких сточных и транзитных биоценозов. Общая непрерывная мозаичная картина определенным образом структуирована. По-видимому, чтобы разобраться в этой структуре, нет надобности вдаваться в рассмотрение каждого отдельного биоценоза или даже каждого отдельного типа биоценозов.

В архитектонике бассейна вполне четко выделяются, по крайней мере, три контрастирующих типа ландшафта. Во-первых, это самые повышенные водораздельные выравненные пространства, занятые озерными, тундровыми и болотными биоценозами сточного типа. Эти пространства объективно можно выделить даже по карте масштаба 1 : 500 000, ориентируясь на водораздельные (внутрибассейновые и межбассейновые) озерные системы, не имеющие выраженного руслового стока в нижележащие гипсометрические горизонты. Далее совершенно надежно выделяются ландшафты речных долин. Наконец, промежуточное положение занимает наиболее представительная категория хорошо дренированных площадей, принадлежащих главным образом плакорным биоценозам транзитного типа. При строгом подходе во всех трех категориях ландшафтов следовало бы выделить бессточные котловины, но они представлены слишком мелкими участками, так что их присутствие примерно в равном соотношении можно лишь подразумевать. Таким образом, роль основной аккумулирующей системы в бассейне реки отводится ее долине (со всеми ее биоценозами).

На рис. 15 схематически показана архитектоника бассейна Хадыты. Вычислено, что ландшафты первого типа (для краткости будем называть их водораздельными или сточными) занимают 30,3 % площади бассейна, ландшафты второго типа (транзитные или плакорные) — 51,5 % и, наконец, ландшафты долин — 18,2 % (к площади долин, отраженной на схеме, приплю-

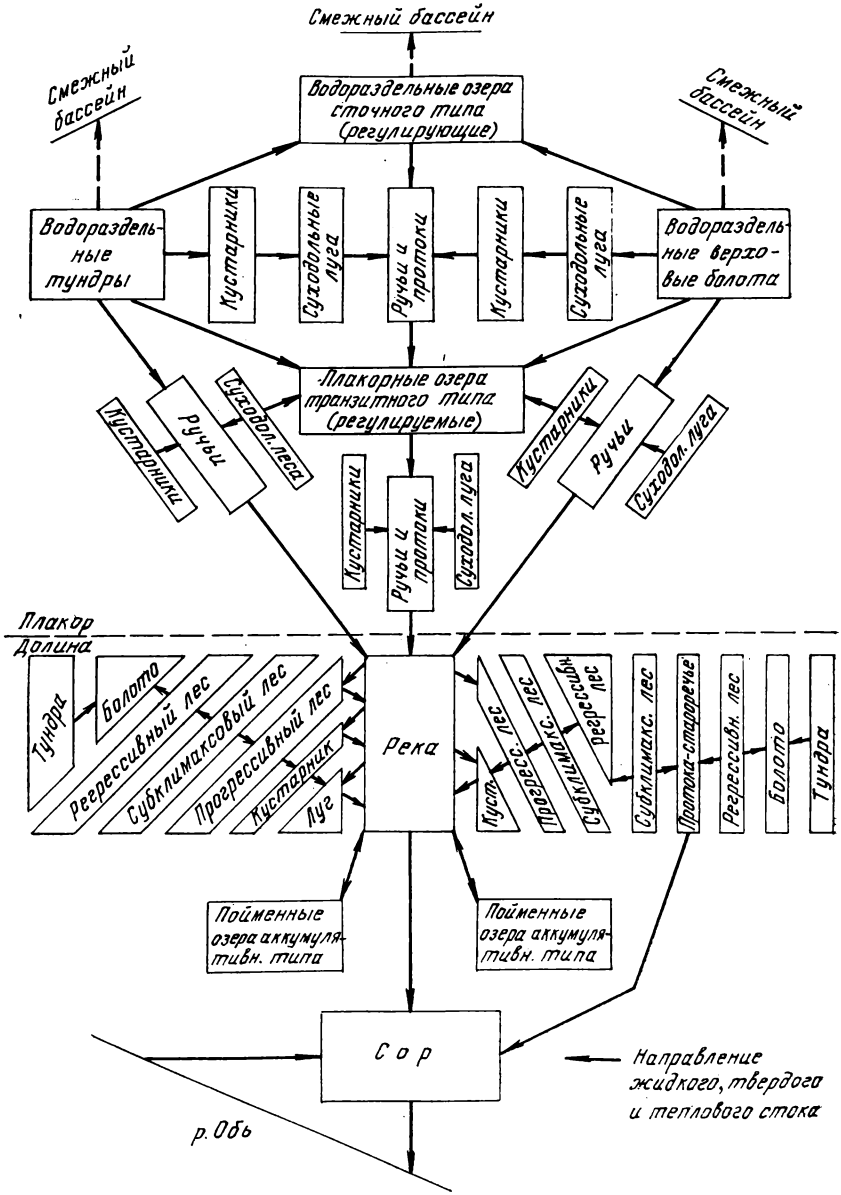


Рис. 16. Логическая модель взаимодействий биоценозов в экосистеме водосборного бассейна.

сована примерно 10 %-ная поправка за счет тех отрезков долин, которые здесь не нашли отражения из-за масштаба). Весьма характерно, что это соотношение для бассейнов разных порядков имеет довольно постоянный характер. На рис. 15 штриховой линией выделены бассейны рек Водаяхи и Паюседаяхи. Для бассейна Водаяхи рассматриваемое соотношение имеет вид 35,3 %—54,9 %—9,8 %, а для бассейна Паюседаяхи соответственно 29,3 %—60,2 %—10,5 %. Определенные искажения в эти соотношения вносит то обстоятельство, что значительная, но не поддающаяся строгой оценке часть долин Водаяхи и Паюседаяхи «врезана» в долину Хадыты, тогда как часть долины Хадыты принадлежит одновременно и долине Оби, но отнесена к бассейну Хадыты. Если же соотнести между собой площади только водораздельных и транзитных ландшафтов, то для бассейна Хадыты это соотношение будет 37 : 63, для Водаяхи — 39 : 61 и для Паюседаяхи — 33 : 67.

Как видим, пропорция здесь достаточно устойчивая, и мы придаем этому обстоятельству принципиальное значение. Действительно, теперь мы можем утверждать, что не только в бассейне Хадыты, но и вообще в бассейнах рек Южного Ямала на 2 га сточных ландшафтов приходится в среднем 3 га транзитных. Можно предполагать, что при современной обводненности эта характеристика является подзональной константой (2 : 3). Более того, уместно высказать общее соображение, что к северу от широты Хадыты это соотношение должно уменьшаться (например до 1 : 3), а к югу — возрастать (например до 3 : 2).

В предыдущей главе был уже приведен грубый расчет среднегодового стока Хадыты и определен в 0,231 км^3/год. Теперь есть возможность существенно уточнить водный баланс бассейна, учитывая подразделение его территории на три типа ландшафтов. Водораздельные (сточные) пространства получают осадков ежегодно 0,250 км^3, из них 0,180 испаряется, а сток составляет 0,070 км^3/год. Плакорные (транзитные) пространства получают осадков 0,425 км^3/год, но к тому же к ним поступает еще 0,070 км^3/год с водораздельных ландшафтов. Приход составляет, таким образом, уже 0,495 км^3/год, но и испарение достигает 0,356 км^3/год. Сток с транзитных территорий выражается величиной 0,139 км^3/год. Речные долины в целом получают 0,150 км^3/год в виде осадков и 0,139 в виде стока с прилегающих территорий. Приход составляет, таким образом, 0,289 км^3/год, а расход на испарение — 0,208. Среднегодовой сток Хадыты, следовательно, достигает всего 0,081 км^3, а отнюдь не 0,231, как было вычислено раньше.

Этот расчет заставляет пересмотреть и роль меженного запаса воды в водоемах бассейна. Оказывается, он эквивалентен не 6-, а 16-кратному объему среднегодового стока Хадыты. По данным Б. И. Втюрина [20], в зоне вечной мерзлоты подземные льды в верхнем 50—100-метровом слое занимают до 50—

Таблица 17

Расчет среднегодового объема стока, поступающего в основную гидросеть с водосбора, в зависимости от структуры ландшафта (соотношения сточных и транзитных площадей), мм/год

Географическая зона	Среднегодовое колич. осадков, мм	Испаряемость с поверхности суши, мм	Относительная доля сточных ландшафтов (от суммы сточных и транзитных)			
			0,8	0,6	0,4	0,2
Полярные пустыни и арктическая тундра	250	180	29,7	39,8	49,8	59,9
Лишайниковая и кустарниковая тундра	350	250	42,9	57,2	71,5	85,8
Лесотундра	400	300	45,8	55,0	70,0	85,0
Северо-таежная подзона . . .	450	370	27,4	40,6	54,0	66,9
Средне-таежная подзона . . .	500	460	10,6	17,9	25,3	32,6

70 % общего объема грунтов. Отсюда можно судить, каков многовековой резерв воды в вечномерзлых грунтах бассейна.

Значение архитектоники водосборного бассейна и прежде всего соотношения между площадями сточных и транзитных ландшафтов можно проиллюстрировать и в общем виде на широком географическом фоне. Действительно, если принять сумму площадей сточных и транзитных ландшафтов в бассейне и вообще на какой-либо территории за 1,0, то, исходя из известных зональных показателей среднегодового объема осадков и испаряемости, можно рассчитывать объемы стока с водосборов в магистральные водотоки при различных соотношениях сточных и транзитных площадей. В табл. 17 приведены результаты такого расчета для нескольких ландшафтно-географических зон. Расчет проделан для четырех вариантов соотношения площадей сточных и транзитных ландшафтов (0,8 : 0,2; 0,6 : 0,4; 0,4 : 0,6 и 0,2 : 0,8). Как видим, влияние этого фактора весьма существенно и отличается определенными зональными особенностями. Этот расчет представляет отнюдь не схоластический интерес. В связи с водохозяйственным строительством (плотин, каналов) и прочими видами промышленной деятельности, особенно на равнинных территориях, мы невольно переводим некоторые площади из категории сточных в категорию транзитных и наоборот, автоматически нарушая тем самым исторически сложившийся водный баланс отдельных бассейнов.

Возвращаясь к бассейну Хадыты, следует подчеркнуть достаточно очевидное обстоятельство, что на протяжении его короткой истории доля транзитных ландшафтов в нем неуклонно увеличивалась за счет денудационного разрушения поверхности водоразделов, а стало быть, и приток воды с водосбора в доли-

ну реки при прочих равных условиях увеличивался. Иными словами, пусть даже примитивными средствами нами доказано, что формирование хадытинского долинного (таежного) биогеоценологического комплекса протекало на фоне растущей обводненности, если даже атмосферное увлажнение и не увеличивалось. Экологическое значение этого обстоятельства трудно переоценить. Не вдаваясь в дальнейшее обсуждение, уместно заметить, что в данном случае мы затрагиваем область явлений, так сказать, генетико-автоматического ландшафтного порядка, которая пока еще совершенно неизведана.

Теперь попытаемся подсчитать для бассейна весь баланс тепла. Зона лесотундры, как известно, получает суммарной солнечной радиации около 70 ккал/см² в год. Как было показано выше, бассейн Хадыты приближенно (по отношению к актинометрической станции г. Салехарда) получает ежегодно в среднем 39,3 ккал/см² фотосинтетически активной радиации, причем за вегетационный период, т. е. при средних температурах воздуха более или равных 5 °С — 19,1 ккал/см² и температурах более или равных 10 °С — 12,3 ккал/см². При площади бассейна 3,3 тыс. км² эти объемы в идеальном случае могли бы соответственно составлять 2300, 1300, 600 и 400 млрд. Мкал/год.

Альбедо бассейна, т. е. долю солнечной радиации, отражаемой в мировое пространство именно его поверхностью, индуктивным путем определить очень трудно, хотя в принципе возможно. Так, альбедо снежного покрова достигает здесь 95 %, облачного слоя колеблется в пределах 50—80 %, водной поверхности зависит от ее «шероховатости» и от высоты Солнца над уровнем горизонта, а растительного покрова при прочих равных условиях сильно зависит еще и от фенологического состояния растений. Воспользуемся поэтому интегральным показателем для тундровой зоны вообще, а именно, среднегодовым показателем из «Справочника по климату СССР» [86]. В этом случае альбедо бассейна выразится величиной в среднем 50 %.

Следующей статьей баланса является расход тепла на собственное тепловое, так называемое эффективное излучение поверхности. Для тундровой зоны при суммарном радиационном довольствии 70 ккал/см² в год оно составляет около 18,8 ккал/см² в год [86]. Это тепло излучается земной поверхностью, как всяким нагретым физическим телом. Его расход составляет 618 млрд. Мкал/год. Остаток суммарной солнечной радиации за вычетом потерь на альбедо и эффективное излучение представляет собой истинное тепловое довольствие бассейна, именуется радиационным балансом территории и выражается величиной 532 млрд. Мкал/год. Абстрагируясь от спектральной неравноценности солнечной радиации, альбедо и эффективного излучения, определим долю фотосинтетически активной радиации в радиационном балансе бассейна, она составит 301 млрд. Мкал/год; долю последней при средних температурах воздуха

более или равных 5 °С — 139 млрд. Мкал/год, а при температурах более или равных 10 °С — 93 млрд. Мкал/год.

В бассейне ежегодно испаряется в среднем 0,744 км³ воды. На испарение 1 г воды расходуется 537 кал тепла. Таким образом, среднегодовой расход тепла на испарение воды в бассейне Хадыты составляет около 400 млрд. Мкал. От радиационного баланса остается всего 132 млрд. Мкал/год.

При глобальных расчетах затраты тепла на нагревание почвы и воды, а также на таяние снега и льда обычно не включаются в тепловой баланс территорий, поскольку во внутригодовом цикле они полностью компенсируются противоположными процессами [46]. Но будет грубейшей ошибкой следовать этой логике в локальных ситуациях. Действительно, снег, например, образуется где-то в атмосфере и главным образом за пределами малого водосборного бассейна, а тает именно здесь, за счет «местных» тепловых ресурсов. Лед тает где-то на водоразделе, а скрытая теплота этого фазового превращения определенного объема воды выделяется где-нибудь в долине реки, да к тому же и в другое время сезона. Аналогичные рассуждения справедливы и по отношению к затратам тепла на нагревание почвы и воды, а также на нагревание снега и льда до температуры плавления. Например, застывший грунт не поддается эрозии, а подогретый — выносится стоком в нижележащие гипсометрические горизонты ландшафта.

Итак, в условиях конкретных бассейнов Субарктики, помимо испарения, огромное значение имеют и другие фазовые превращения воды. Так, если принять среднюю толщину снегового покрова в бассейне Хадыты равной 0,4 м, то его объем выражается величиной 1,32 млрд. м³. При удельном весе 0,5 г/см³ этот объем соответствует 0,66 млрд. т. На таяние 1 г льда требуется 80 кал тепла. Таким образом, снеготаяние в грубом приближении привлекает из радиационного баланса бассейна около 53 млрд. Мкал энергии ежегодно, причем «залпом», как почти все процессы, совершающиеся в Субарктике. Аналогичный расчет для бассейна проделан по отношению к таянию льда, а также к нагреванию воды в озерах. Объемы затрат составляют, соответственно 50 и 12 млрд. Мкал/год.

Затраты тепла на нагревание снега и льда до температуры плавления, а также на нагревание почвы можно определить лишь с еще более грубым приближением, поэтому они после вычисления других статей расхода просто отнесены к неувязке баланса и выразились величиной 10 млрд. Мкал/год.

Количество тепла, которое проносится рекой через какой-либо ее створ за единицу времени, называется тепловым стоком. Объем теплового стока реки можно вычислить несколькими способами. Т. В. Одрова [62], например, рекомендует формулу

$$\Theta = c \cdot \gamma \cdot Q \cdot T \cdot t,$$

где Θ — тепловой сток, c — теплоемкость воды, γ — удельный вес воды, Q — расход воды (объем воды, протекающей за секунду через данное сечение реки), T — интервал времени, t — средняя температура воды. Как видим, размер теплового стока зависит исключительно от расхода и температуры воды, поскольку удельный вес и теплоемкость воды — величины постоянные. Среднегодовой расход воды в устье Хадыты $8{,}1 \cdot 10^7$ м^3/год, или 2,56 м^3/с. Если принять среднегодовую температуру воды в реке равной 9 °С, что довольно близко к действительности, то среднегодовой тепловой сток р. Хадыты выразится величиной 0,728 млрд. Мкал.

Можно подойти к вычислению теплового стока Хадыты несколько иным способом. Известно, что среднегодовой сток Оби у г. Салехарда составляет 403 км^3, а тепловой сток 3325 млрд. Мкал [62]. Сток Хадыты составляет 0,081 км^3/год. Решая пропорцию, получим величину среднегодового теплового стока Хадыты 0,668 млрд. Мкал, что близко к вычисленной выше величине. Разумеется, Воронковскому Сору «достается» не только весь тепловой сток Хадыты, но и часть теплового стока собственно Оби.

Любопытно, что на карте Государственного гидрологического института [21] бассейн Хадыты принадлежит к области с размером среднегодового стока 8,0 л/с с 1 км^2, а вычисленная нами величина оказывается меньше последней примерно в 10 раз. В чем тут дело, мы затрудняемся объяснить.

На фотосинтез в тундровой зоне расходуется всего 0,2—0,3 % суммарной солнечной радиации [23, 87]. В абсолютном выражении для бассейна Хадыты этот объем составляет 5,75 млрд. Мкал/год. Годичный прирост фитомассы в тундре оценивается в среднем 20 ц/га [87], а на каждый грамм первичной продукции транспирируется примерно 500 г воды [79]. Таким образом, расход воды на транспирацию наземной растительностью бассейна составляет 264 м^3/год, а расход тепла — 0,014 млрд. Мкал/год.

Идеально точный баланс, основанный исключительно на конкретных фактических данных, интегрально и непосредственно покажет, в каком направлении эволюционируют ландшафты бассейна, и косвенным образом отразит некоторые региональные и глобальные тенденции. Например, доказанное превышение приходной части баланса свидетельствовало бы о потеплении и наоборот. Нам же остается пока довольствоваться крайне приближенными вычислениями, предвзято основанными на соблюдении «нулевого» баланса, но тем более интересно проследить за поведением тепла в отдельных функционально неравноценных частях бассейна. Для этой цели прежде всего высказанные выше соображения сведены в табл. 18, которая является исходной для некоторых последующих построений. Альбедо для зимних месяцев условно принято за 95 % от приходящей суммарной солнечной радиации, а для летних месяцев почти 44 %. Разумеется,

Таблица 18

Среднегодовой баланс тепла в бассейне реки Хадытаяха, млрд. Мкал

Показатель	Январь—март	Апрель—июнь	Июль-сентябрь	Октябрь—декабрь	Итого
		Приход			
Суммарная солнечная радиация	211	1159	854	76	2300
в том числе фотосинтетически активная	119	655	483	43	1300
при 5° С	55	302	223	20	600
при 10° С	37	201	149	13	400
		Расход			
Альбедо	200	506	372	72	1150
Эффективное излучение	7	329	280	2	618
Испарение	4	213	181	2	400
Таяние снега	—	53	—	—	53
Таяние льда	—	50	—	—	50
Нагревание воды	—	3	9	—	12
Фотосинтез	—	2	4	—	6
Тепловой сток	—	—	1	—	1
Транспирация	—	—	—	—	—
Прочие расходы (нагревание почвы, нагревание снега и льда до температуры плавления и пр.)	—	3	7	—	10
Итого расходы	211	1159	854	76	2300

и все другие цифры сугубо ориентировочны, но посмотрим, однако, как складывается баланс тепла отдельно в водораздельных, транзитных и долинных ландшафтных комплексах бассейна р. Хадыты.

В табл. 19 дан среднегодовой баланс тепла в различных ландшафтно-функциональных частях бассейна. Итог баланса (сальдо), на первый взгляд парадоксален: можно подумать, что речные долины (символ биологического процветания) систематически находятся в условиях теплового дефицита, по сравнению с водораздельными и плакорными ландшафтами. Но вспомним прежде всего баланс водного стока в бассейне Хадыты, км^3:

	Водоразделы	Плакоры	Долины	Итого
Приход	—	0,070	0,139	0,209
Расход	0,070	0,139	0,081	0,290
Сальдо	—0,070	—0,069	+0,058	—0,081

Таким образом, внутри годового цикла приход воды в долинах рек систематически преобладает над ее расходованием и притом существенно. Расходы тепла на водоразделах и плакорах по показателям 5,6 и 10 (см. табл. 19) относятся исключительно к фазовым превращениям воды, следовательно, эта энер-

Таблица 19

Среднегодовой баланс тепла в различных ландшафтно-функциональных частях бассейна р. Хадытаяхи, млрд. Мкал

№ п. п.	Показатель	Площадь, км²			
		Водоразделов 1000	Плакоров 1700	Долин 600	Итого 3300
	Приход				
1	Суммарная солнечная радиация	697	1185	418	2300
	Расход				
2	Альбедо	349	592	209	1150
3	Эффективное излучение	187	319	112	618
4	Испарение	97	191	112	400
5	Таяние снега	16	27	10	53
6	Таяние льда	15	26	9	50
7	Фотосинтез	2	3	1	6
8	Тепловой сток	—	—	1	1
9	Транспирация	—	—	—	—
10	Прочие расходы (нагревание снега и льда до температуры плавления, нагревание воды и почвы)	7	11	4	22
	Итого расходы	673	1169	458	2300
	Сальдо	+24	+16	—40	0

гия просто переходит от сточных ландшафтов через транзитные к аккумулятивным (а при строгом подходе еще и от сезона к сезону). Аккумулируют же эту энергию с помощью жидкого, твердого и теплового стока, а также миграций живых организмов именно ландшафты долин. Иными словами, скрытое тепло фазовых превращений воды на водоразделах и плакорах с избытком компенсирует потери тепла ландшафтами долин на повышенное испарение и тепловой сток за пределы бассейна.

Если мы составим баланс теплового стока для бассейна, млрд. Мкал в год, то он будет иметь примерно следующий вид:

	Водоразделы	Плакоры	Долины	Итого
Приход	—	24	40	64
Расход	24	40	1	65
Сальдо	—24	—16	+39	—1

Разумеется, сезонные превращения энергии вносят в этот баланс существенные коррективы.

Итак, если для бассейна Хадыты были сведены балансы «пространства», воды и тепла, то теперь уместно коротко остановиться на балансе твердого минерального вещества. Известно,

что среднегодовая мутность Оби на устьевом отрезке составляет 34 г/м³ [21]. По грубой аналогии этот же показатель можно, по-видимому, принять и для устья Хадыты. В этом случае средний годовой сток взвешенных наносов (твердый сток) для Хадыты выразится величиной 2,75 тыс. т. Удельный вес сухого песка 1,4—1,6 т/м³, удельный вес почвы и глины колеблется от 1,3 до 2,5 т/м³, таким образом, при среднем удельном весе наносов 1,7 т/м³ среднегодовой объем твердого стока Хадыты достигает всего 1,6 тыс. м³. Следует подчеркнуть, что это именно тот объем, который выносится Хадытой за пределы бассейна. Разумеется, в пределах бассейна водотоками ежегодно транспортируются огромные объемы твердого вещества, но это вещество лишь переоткладывается. Достаточно заметить, что средняя скорость разрушения (и намывания) берега Хадыты в излучинах, по нашим расчетам, достигает около 1,0 м в год. Детали этого процесса будут обсуждаться в следующей главе; здесь следует заметить, что на всем протяжении только Хадыты общий среднегодовой объем переоткладываемого потоком грунта выражается в сотнях тысяч или даже миллионах тонн.

В условиях водораздельных и транзитных ландшафтов огромное значение имеют явления солифлюкции (течения грунта). Водонасыщенный оттаявший грунт скользит по вечномерзлому основанию уже при небольших уклонах. По наблюдениям Б. Н. Норина [58], пятна голого грунта солифлюкционного происхождения в так называемых пятнистых тундрах, приуроченных к бесснежным и малоснежным склонам, занимают до 10—20 % поверхности. Если допустить, что «солифлюкционноопасные» склоны занимают около 10 % площади бассейна, а мощность солифлюкционных оползней достигает в среднем 20 см, то объем грунта, находящегося в солифлюкционном движении, выразится для бассейна относительно постоянной величиной — несколько миллионов тонн. В. В. Крючков [44] отмечает, что скорость течения грунта в отдельных случаях может достигнуть 5—7 м в сутки.

Разнообразные формы движения вещества порождаются термокарстом; помимо собственно проседания грунта, здесь имеют место и переливания озер, а затем и явления солифлюкции, и русловые деформации на промежуточных водотоках. Не будет преувеличением считать, что в бассейне Хадыты термокарст приводит в движение объемы грунта, измеряемые уже сотнями миллионов тонн.

По-видимому, баланс твердого минерального вещества для бассейна в качественном выражении аналогичен приведенному выше балансу теплового стока: огромные массы вещества циркулируют между отдельными ландшафтно-функциональными подразделениями внутри бассейна, а выход вещества за пределы бассейна невелик.

По А. И. Перельману [65], озерные и речные воды севера Западной Сибири вообще относятся к геохимическому классу холодных кислых и нейтральных маломинерализованных вод, часто богатых растворенным органическим веществом. Содержание растворимых минеральных веществ в них обычно менее 100 мг/л. Допуская, что эта величина постоянна для различных звеньев гидрологического цикла, среднегодовой баланс растворимых минеральных веществ в бассейне Хадыты можно представить так:

	Водоразделы	Плакоры	Долины	Итого
Приход, тыс. т . . .	—	7,0	13,9	20,9
Расход, тыс. т . . .	7,0	13,9	8,1	29,0
Сальдо	—7,0	—6,9	+5,8	—8,1

На практике, во-первых, все большие количества растворимых минеральных веществ ландшафты бассейна получают непосредственно из атмосферы; во-вторых, состав этих веществ в объеме среднегодового стока определенным образом видоизменяется по направлению от водоразделов к долинам; наконец, растворенное в воде вещество само по себе является энергоносителем, т. е. растворение вещества или его выпадение из раствора сопровождается превращениями энергии.

По данным М. Ю. Лычагина [47], в бассейнах рек Ныды и Надыма из атмосферы выпадает ежегодно 11—14 т солей на 1 км^2, преимущественно в зимний период. Таким образом, и для бассейна Хадыты поступление минеральных веществ из атмосферы можно было бы выразить величиной в 36,3—46,2 тыс. т. Эти осадки имеют хлоридно-гидрокарбонатно-кальциево-натриевый состав. Впрочем, мы считаем цифры М. Ю. Лычагина завышенными за счет горизонтального переноса минерального вещества автохтонного происхождения с помощью ветра.

Баланс органического вещества в бассейне может быть представлен лишь в самом обобщенном и приближенном виде. Выше мы уже оперировали приближенной оценкой ежегодного прироста фитомассы для бассейна 20 ц/га. По данным В. В. Крючкова [44], этому приросту в южнотундровой и лесотундровой подзонах соответствует общий запас фитомассы — примерно 118 ц/га. Следовательно, общий среднегодовой прирост фитомассы в бассейне Хадыты составляет 660 тыс. т., а запас фитомассы — около 4 млн. т. Калорийность фитомассы оценивается в среднем в 4—5 ккал/г [90]. Следовательно, в объеме среднегодовой первичной биологической продукции бассейна аккумулируется 2,97 млрд. Мкал тепловой энергии, а в общем запасе фитомассы — 17,6 млрд. Мкал.

По данным Н. Н. Данилова [25], биомасса животных основных трофических групп за два летних месяца в условиях стационара «Харп» достигает всего 0,712 ц/га, а потребление ими корма выражается величиной 1360 Мкал/га. Экстраполируя эти све-

дения на общую площадь бассейна Хадыты, получим биомассу животных 23,5 тыс. т, а потребление ими корма в энергетических показателях — 0,45 млрд. Мкал. Таким образом, биомасса животных основных трофических групп (растительноядных сапрофагов и беспозвоночных, грызунов, хищных беспозвоночных, насекомоядных птиц, хищных птиц и хищных млекопитающих) в бассейне за два летних месяца составляет 3,6 % по отношению к ежегодному приросту фитомассы и 0,6 % — по отношению к ее общему запасу. Как энергоноситель, биомасса животных в среднем более чем в четыре раза эффективней фитомассы (19,1 ккал против 4,5 ккал на 1 г вещества).

Разумеется, и первичные, и вторичные биологические процессы в различных ландшафтно-функциональных частях бассейна происходят неодинаково, но их количественный анализ нам не под силу. В качественном выражении эти оттенки достаточно очевидны; прежде всего, первичная продуктивность биоценозов существенно возрастает по направлению от водоразделов к долинам («шаг» этого возрастания составляет 30—40 % на каждом переходе); затем структура биоценозов «сверху—вниз» становится все более элювиально-устойчивой (термин В. В. Пономаревой [75]), т. е. все более противодействующей выносу вещества; наконец, опять же по направлению «сверху—вниз» колоссальным образом увеличивается оборачиваемость и степень использования автохтонных и аллохтонных поступлений вещества и энергии.

В условиях севера огромное значение имеет сток твердого и растворенного органического вещества. К сожалению, в биогеоценологии до сих пор, за редким исключением [15, 33], межбиогеоценозным материально-энергетическим коммуникациям уделяется мало внимания вообще, а о тундре в этом плане и тем более о транспорте органического вещества в ней сведений нет. Между тем, в ландшафтах именно тундровой зоны органическое вещество, вероятно, наиболее мобильно, поскольку оно сосредоточено в чрезвычайно тонком слое пространства и весьма медленно минерализуется.

Транспорт, по крайней мере первичного биологического материала (фитомассы), наиболее всесторонне осмыслен с позиций палеоэкологии. Так, в книге В. А. Красилова [40] действительно на широком географическом и естественноисторическом фоне обсуждаются и формы «прижизненной дезинтеграции» растений, и средства транспортировки, и условия автохтонного и аллохтонного захоронения растительных остатков. В книге С. В. Мейена [50] упоминаются сугубо биогеоценологические предпосылки для угленакопления. Достаточно заметить, что помимо упомянутых В. А. Красиловым способов транспортировки материала (путем механического рассеивания спор, семян и прочего с помощью специальных морфогенетических приспособлений; путем

переноса ветром, водными потоками и озерными течениями, а также животными) в условиях тундры существенное значение имеет и солифлюкционный перенос (и захоронение) целых фрагментов фитоценозов. Вполне очевидно, что формы прижизненной и посмертной дезинтеграции растений, средства транспортировки и условия захоронения твердых растительных остатков на водоразделах, плакорах и в долинах имеют свои специфические оттенки.

Как известно, сток растворенных веществ с поверхности суши земного шара достигает 3300 млн. т в год, в том числе растворенные органические вещества составляют около 22 % [3]. Достаточно оснований для предположения, что в тундровой зоне это соотношение существенно сдвинуто в пользу органики. Более конкретными (региональными) данными по рассматриваемому вопросу мы, к сожалению, не располагаем. В противном случае следовало бы, как и выше, применить логику дифференцированного внутрибассейнового баланса, учитывая при этом, что болотные и озерные биоценозы являются своего рода «ловушками» и «трамплинами» в миграционном поведении твердой и растворенной органики, а границы «плакор-долина» — мощными геохимическими [64] или ландшафтно-геохимическими барьерами [92].

Анализ «баланса живых существ» в бассейне увел бы нас слишком в сторону, хотя именно для него, на наш взгляд, имеются вполне надежные эмпирические предпосылки (см. «Список зоологов, изучающих фауну и экологию тундры» [85]). Фрагменты зоологического материала приведены нами в предыдущей главе иллюстративно. А наша основная задача состояла в том, чтобы подготовить ландшафтно-географический и лесоводственно-геоботанический каркас для более широких и глубоких эмпирических обобщений в данной области.

Большинство соображений, высказанных в настоящей главе, резюмировано в виде схемы на рис. 16. Эта схема и есть по существу некоторое приближение к логической модели экосистемы среднего по размерам водосборного речного бассейна Субарктики. Мы старались не преувеличивать значение ландшафтно-географических факторов в жизнедеятельности и взаимодействии (!) экосистем любого таксономического ранга. Достаточно очевидно, что влияние на биоценозы новейших антропогенных (техногенных) факторов опосредовано именно ландшафтно-географической обстановкой. Концепция водосборного бассейна (любого порядка), как элементарного и целостного естественно-исторического объекта и одновременно предмета техногенного воздействия, на наш взгляд, будет способствовать усовершенствованию не только естественнонаучных, но и хозяйственных, технико-экономических и социально-политических представлений.

Глава VI

ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ. КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОГНОЗЫ.

В отчете Л. М. Носовой [59, с. 96] об итогах биогеоценологических исследований в СССР за 1980 г. сказано следующее: «Разработана методика прогнозирования (на основе дендрохронологических данных) динамики и первичной продуктивности биогеоценозов на фоне циклических колебаний климата, которая может быть использована для экологической экспертизы народнохозяйственных проектов, а также для долгосрочного планирования, использования и восстановления ресурсов биосферы». Действительно, дендрохронология располагает огромными возможностями. Разработке и пропаганде этих возможностей посвящено более 60 публикаций С. Г. Шиятова за период с 1962 по 1982 гг. В значительной, если не подавляющей, части этих работ исследуется динамика лесной растительности на ее полярном пределе. Настоящая глава написана по материалам С. Г. Шиятова. Разумеется, здесь мы рассмотрим лишь те моменты, которые имеют непосредственное отношение к бассейну Хадыты.

Динамика леса на свежем аллювии Хадыты

В конце июля — начале августа 1964 г. С. Г. Шиятовым была проведена буссольная съемка в масштабе 1 : 1000 аллювиального сегмента в южной части верхнего отрезка Хадыты (117 км от устья Хадыты или 18 км выше пункта впадения Паюседаяхи). План участка показан на рис. 17. В дальнейшем участок опознан на аэрофотоснимке, что позволяет в случае надобности надежно экстраполировать результаты анализа на значительную часть прилегающей территории. Участок вполне типичен. Время показало, что аналогичную съемку желательно провести при первом же удобном случае на среднем и нижнем отрезках Хадыты.

Как видно из рисунка, план отражает часть типичного веера перемещения русла, т. е. характерную мозаику гряд и ложбин (см. рис. 6). По ложбинам, шириной от 2 — 3 до 15 — 18 м и глубиной 0,5—1,0 м, происходит разгрузка паводковых, талых

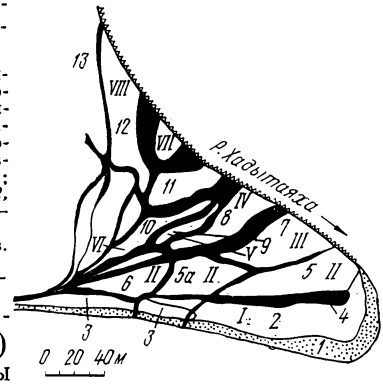


Рис. 17. Строение отдельного аллювиального сегмента на верхнем отрезке р. Хадытаяхи.

1 — песчаный пляж; *2* — щучково-хвощовая открытая группировка; *3* — ивняк щучково-кипрейно-хвощовый; *4* — ольховник-ивняк злаково-кипрейный; *5, 5а* — ольховник хвощево-разнотравно-злаковый; *6* — ольховник злаково-разнотравно-хвощовый; *7* — лиственничник ольховниково-разнотравный; *8* — лиственничник хвощово-зеленомошный; *9* — лиственничник ивняково-разнотравный; *10, 12, 13* — лиственничник бруснично-зеленомошный; *11* — лиственничник голубично-зеленомошный; *I* — *VIII* — порядковые номера прирусловых валов.

и дождевых вод. Первая от пляжа гряда (или прирусловый вал) возвышается над уровнем воды в межень на 2,0—2,5 м, а каждая последующая лежит выше предыдущей еще на 30 — 40 см. Номера гряд на рисунке обозначены римскими цифрами.

В передней части гряды 1 (выдел 2) сформировалась щучково-хвощовая открытая группировка (проективное покрытие травянистого яруса составляет 40 %). Здесь же появились небольшие кустики ив и ольховника. В основании излучины прирусловый вал сужается и понижается (выдел 3), а в песчаном грунте обнаруживается значительная примесь илистых частиц. В результате этого в пределах выдела 3 формируется группировка, в которой большую роль играют влаголюбивые и требовательные к богатству почвы виды. В частности, здесь обилен иван-чай.

Первый прирусловый вал отделен от второго ложбиной шириной до 5 — 8 м (выдел 4). В этой ложбине сформировался молодой ольховник-ивняк злаково-разнотравный. Здесь же имеется несколько угнетенных (с усохшими вершинками) молодых лиственниц высотой до 70 см. Проективное покрытие кустарникового яруса 30 %, высота 1,5 — 2,0 м. Возраст самого старого побега ивы 13, а самого старого куста ольховника 9 лет. Проективное покрытие травянистого яруса 60 %.

Второй прирусловый вал (выделы 5, 5а и 6) разделен на три части небольшими ложбинами, залегающими в поперечном направлении. На выделах 5 и 5а сформировался ольховник хвощово-разнотравный. Высота ольховника 2,5 — 3,0 м, а проективное покрытие 40 — 50 %. Проективное покрытие травянистого яруса 60 — 70 %. Верхний горизонт песка толщиной 2 — 3 см приобрел темную окраску из-за присутствия гумусовых частиц. Вечная мерзлота залегает глубже 2,0 м. Данная ситуация отличается обильным возобновлением лиственницы. Подрост ели встречается очень редко. Возраст подроста 12 — 14 лет, т. е. он появился в 1950 — 1952 гг. На 16 учетных площадках размером 2 × 2 м учтено 46 здоровых, три уг-

нетенных и пять усохших экземпляров подроста, что в пересчете на 1 га составляет 7760 жизнеспособных особей. Максимальный возраст кустов ольховника равен 24 годам (появились в 1940 г.).

На выделе 6 сформировался густой ольховник злаково-разнотравно-хвощовый. Проективное покрытие яруса высоких кустарников (ольховник, ивы) составляет 80 %, травянистого яруса 80 %. Здесь также произошло обильное лесовозобновление, но в отличие от выделов 5 и 5а около 50 % подроста представлено елью, что вполне объясняется пониженным положением выдела.

Третья гряда (выдел 7) отделена от второй слабо выраженной ложбиной. На этой гряде произрастает лиственничник ольховниково-разнотравный. Состав древостоя 9 Лц 1 Е + Б, высота 6 — 7 м, диаметр на высоте груди 5 — 15 см, сомкнутость 20 %. Во втором ярусе преобладает ольховник (высота 4 — 5 м, покрытие 80 %), в третьем ярусе — разнотравье с покрытием 30 %. На этой стадии лесообразовательного процесса в напочвенном покрове появляются зеленые мхи (покрытие 3 %). Из-за сильного затенения поверхности почвы лесовозобновление почти прекратилось. Здесь взяты четыре модельных дерева. Одно из них появилось в 1921 г., второе — в 1924 г. и два остальных — в 1925 г. Эта гряда ежегодно заливается паводковыми водами, т. е. находится еще в условиях пойменного гидрологического режима.

Первая надпойменная или четвертая по счету гряда (выдел 8) занята лиственничником хвощово-зеленомошным. Уровень мерзлоты здесь в начале августа находился на глубине 70 см. Состав древостоя 10 Лц + Е, высота 8 — 9 м, сомкнутость полога 60 %. Ярус крупных кустарников начал интенсивно изреживаться в связи с увеличением сомкнутости основного полога и выходом гряды из условий паводково-пойменного ритма. Проективное покрытие этого яруса составляет всего 20 %. Однако стал развиваться ярус мелких кустарников, состоящий из мелких ив и карликовой березки (высота 0,5 — 1,5 м, покрытие 50 %). На этом этапе развития растительности произошла смена светолюбивого разнотравья лесными и субарктическими видами (брусникой, грушанками, линнеей северной). Особенно резко возросла роль зеленых мхов, которые теперь занимают уже до 40 % площади. Здесь были взяты четыре модельных дерева, одно из которых появилось в 1886 г. (ель) и три — в 1895 — 1896 гг. (лиственница). Отстающие в росте лиственницы начинают усыхать.

Пятый вал (выдел 9) представлен небольшим участком, на котором произрастает лиственничник ивняково-разнотравный. Состав древостоя 10 Лц, высота 13 — 14 м, сомкнутость 40 — 50 %. Ярус крупных кустарников почти полностью разрушился,

зато проективное покрытие мелких кустарников достигло 80 %. В травяно-кустарничковом ярусе существенно увеличилась роль брусники, а в моховом ярусе господство перешло к таким таежным видам, как мох Шребера и этажный мох. Лиственница на этой гряде появилась в 1856 — 1857 гг.

Шестая гряда представлена выделами 10 и 11. На первом из них произрастает лиственничник бруснично-зеленомошный, а на втором — лиственничник голубично-зеленомошный. Как показал возраст модельных деревьев (1805 и 1819 гг.), эти два выдела принадлежат действительно к одной гряде, разделенной ложбиной. Преобладание голубики в покрове выдела 11 по сравнению с выделом 10, по-видимому, связано с более благоприятным световым режимом из-за близости к берегу реки и вырубки значительной части древостоя. Последний в среднем характеризуется следующими параметрами: состав 10 Лц + Е, высота 15 — 17 м, сомкнутость 40 %. Проективное покрытие яруса мелких кустарников уменьшилось до 20 — 30 %. Кустарничково-травянистый ярус, напротив, развит хорошо (покрытие 60 — 80 %), причем доминирующую роль играют брусника, голубика, водяника, линнея северная. Моховой покров чрезвычайно развит; высота его 10—15 см, проективное покрытие достигает 90 — 100 %.

От седьмой гряды уцелел лишь небольшой участок, и описания его не проводилось. На последней гряде (выделы 12 и 13) произрастает лиственничник бруснично-зеленомошный. В сукцессионном ряду это последняя стадия, когда древостой представлен пока еще одним поколением лиственницы. Под пологом таких древостоев появляется второе поколение деревьев, главным образом ели сибирской. Данный прирусловый вал был заселен лиственницей в 1762 — 1763 гг. В настоящее время по состоянию на 1964 г. эти деревья имеют угнетенный вид, надо полагать, в связи с близким залеганием мерзлоты (20 — 25 см). Проективное покрытие кустарникового яруса снизилось до 10 %. В кустарничково-травянистом ярусе преобладают брусника, голубика, водяника (покрытие 70 %). Моховой покров занял всю территорию, и мощность его достигает 20 — 25 см. На этом этапе развития впервые появляются кустистые лишайники (кладонии, цетрарии).

Эту последовательность чисто логически можно было бы продолжить весьма далеко, но ближайшей конкретной задачей является ревизия состояния данного конкретного аллювиального сегмента на текущий период.

Такова принципиальная хронологическая схема на протяжении первых 200 лет лесообразовательного процесса на свежем аллювии верхнего отрезка Хадыты. Достаточно ясно, что в дальнейшем на смену высокопродуктивным лиственничникам приходят малопродуктивные елово-лиственнично-березовые древостои, а затем и редколесья. Последние, в свою очередь, сменяются

Таблица 20

Хронологический порядок формирования типичного меандра на верхнем отрезке р. Хадытаяха

№ аллювиальной гряды	Год отчленения гряды	Временной интервал, лет
VIII	1754	22
VII	1776	22
VI	1798	50
V	1848	40
IV	1888	26
III	1914	28
II	1942	24 (?)
I	1966 (?)	

тундрами или болотными ценозами (если сохраняется исходная тенденция в перемещении русла реки). А теперь обратимся к деталям руслового процесса в связи с лесообразованием.

Прежде всего отметим, что первичное лесовозобновление на свежем прирусловом валу (гряде) происходит в течение сравнительно короткого промежутка времени (не более 3—5 лет), хотя единичные особи могут появиться и позднее. В результате этого в пределах одной гряды формируется одновозрастный древостой, который сохраняет свою структуру в течение 200—250 лет. А в пределах полного веера перемещения русла возраст древостоев смежных гряд меняется ступенчато. Иными словами, единый процесс развития меандра и лесообразования на нем дискретен.

Последнее обстоятельство имеет принципиальное значение. Действительно, на основе определения возраста деревьев можно установить, что третий вал (гряда) старше второго на 28 лет, четвертый старше третьего на 26 лет, пятый старше четвертого на 40 лет, шестой старше пятого на 50 лет и восьмой старше шестого на 44 года. Если допустить, что седьмой вал, по которому у нас нет данных, образовался где-то между 1754 и 1798 гг., то интервал между шестым и седьмым, а также между седьмым и восьмым валами составляет в среднем по 22 года. Известно, что образование речных террас и прирусловых валов происходит в периоды, когда усиливается боковая и глубинная эрозия, в периоды интенсификации русловых процессов. Лес же появляется уже на вполне «зрелом», морфологически выделившемся (отчленившемся) прирусловом валу, т. е. здесь имеет место некоторый хронологический «сдвиг по фазе». Однако после несложных логических построений, зная время появления поколений деревьев на разновозрастных прирусловых валах, можно определить не только разницу во времени сформирования последних, но и установить время начала их отчленения, которое как раз и совпадает с моментом начала очередного тура интенсивной эрозионной деятельности.

В 1964 г. первый от русла прирусловый вал еще не начал от-

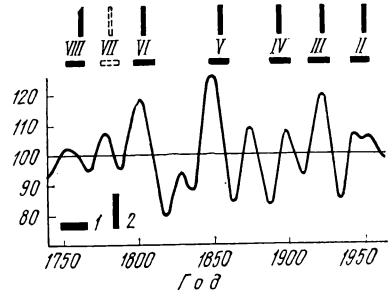


Рис. 18. Периодизация интенсивной русловой эрозии (*1*) и лесовозобновления (*2*) на свежем аллювии р. Хадытаяха.

По оси ординат — относительный индекс радиального прироста, %; по оси абсцисс — абсолютная хронологическая шкала.

членяться, но судя по его ширине (18—20 м), это событие должно произойти в самые ближайшие годы. Для определения разницы в возрасте между первым и вторым валами был установлен возраст самых старых особей ольховника на них. На первом валу ольховник только начал появляться (возраст особей 1 — 2 года), в то время как на втором валу максимальный возраст ольховника равен 24 годам. Отсюда можно сделать вывод, что в год наблюдения второй вал был старше первого на 22 года. Поскольку разница в возрасте между отдельными валами в среднем составляет 24 года, есть основание предполагать, что отчленение первого вала произойдет в 1966 г., т. е. начнет закладываться следующий вал. К этому времени максимальный возраст ольховника на первом валу будет равен 4 годам, а раз массовое возобновление лиственницы на втором валу началось через 10 — 12 лет после появления на нем ольховника, то и на первом валу, вероятно, лиственничник начнет появляться еще через 6 — 8 лет после 1966 г.

Руководствуясь этими хронологическими данными, а также установленными ранее возрастными различиями между древостоями на смежных валах, можно построить некоторый абсолютный хронологический ряд (табл. 20).

Вполне очевидно, что эти данные отражают внутривековые изменения эрозионно-аккумулятивной деятельности реки. Однако, на первый взгляд, довольно трудно объяснить тот факт, что временной интервал составляет в одних случаях 22—28 лет, а в других — 40—50 лет. Когда же эта периодизация была сопоставлена с известными 21—24-летними циклическими колебаниями радиального прироста деревьев в данной местности, то все стало понятно (рис. 18).

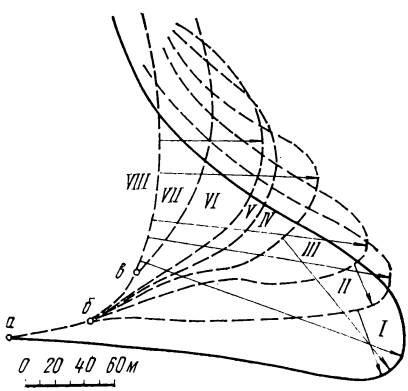


Рис. 19. Реконструкция хода образования излучины на рис. 17.

а — в — см. в тексте.

Прежде всего следует заметить, что интенсивность лесообразовательного процесса в поймах зависит не только от паводково-пойменного экологического цикла (термин П. А. Худякова, [95]) и русловых деформаций, но и от многих других (геофизических и физиологических) ритмов. Поэтому фазы интенсивной русловой эрозии на рис. 18 имеют продолжительность 12—14 лет, а фазы интенсивного лесовозобновления на этом фоне — в среднем всего лишь 2 года. В целом же образование новых прирусловых валов и их последующее заселение древесной растительностью поразительным образом синхронны с фазами подъема и максимума 21 — 24-летнего климатического цикла. Как известно, именно в это время происходит не только потепление, но и увлажение климата. В высоких широтах в связи с потеплением климата наблюдается общее увеличение содержания влаги в атмосфере и соответствующее увеличение количества осадков, преимущественно зимних [32]. Вполне очевидно, что все среднегодовые балансы бассейна Хадыты получают при этом весьма внушительный «возмущающий» импульс, т. е. чрезвычайно отклоняются от среднего.

Документальный и датированный материал рис. 18, безусловно, может быть полезен при постановке дальнейших исследований в данном районе. На рис. 19 мы попытались реконструировать динамику исследуемого меандра. Стрелками отражен принцип последующих измерений. Последние показывают, что приращение ширины данного меандра происходило по крайней мере на протяжении последних 200 лет со средней скоростью 0,93 м в год в области максимальной выпуклости излучины. Надо полагать, что и разрушение берегов реки в прилегающем районе происходит примерно с такой же скоростью. В этой связи любопытна даже такая, казалось бы, сугубо бытовая деталь: в 1965 г., судя по аэрофотоснимку, одна из построек на фактории «Хадыта» находилась на расстоянии 14 — 17 м от берегового обрыва; в 1981 г. она была разрушена паводком: таким образом, средняя скорость отступления береговой линии в данном пункте за последние 16 лет составляла 0,95 м/год. Напомним, что фактория «Хадыта» расположена на границе среднего и нижнего отрезков р. Хадытаяха.

На Хадыте нас нередко поражает абсолютное совпадение тех или иных аналитических или даже интуитивно предсказанных величин с эмпирическими. По-видимому, это общая особенность субарктических ландшафтов: они еще настолько молоды, динамичны и девственны, что отдельные естественные закономерности проявляются в них особенно выпукло и однозначно. А это делает их благодарнейшим объектом не только экологических исследований.

На рис. 19 привлекают внимание точки *а, б* и *в*. Они лежат вблизи от точки перегиба русла, т. е. в основании веера перемещения. Речная долина испещрена такими точками (см. рис. 6).

Замечательная особенность этих точек состоит в том, что русловые деформации в их окрестностях на протяжении значительных отрезков времени минимальны, а в системе смежных точек самые «старые» имеют наивысшие отметки поверхности, поскольку новейшие веера перемещения русла реки врезаются все более глубоко [76]. Иными словами, детальные нивелировки точек перегиба в совокупности с дендрохронологическими датировками могут, на наш взгляд, дать надежную основу для реконструкции крупных изменений в положении русла реки, совершающихся в историческом масштабе времени (заложение и отмирание излучин, образование перемычек и т. п.).

Региональные климатологические ритмы

Для изучения изменений климата и климатогенных смен лесной растительности на полярном пределе ее существования в период с 1960 по 1978 гг. С. Г. Шиятовым [103] были организованы дендрохронологические наблюдения на профиле протяженностью около 1300 км. Сбор дендрохронологического материала производился в нижнем течении р. Печоры (пос. Мархида), верхнем течении р. Усы (ж.-д. разъезд Никита), на п-ве Ямал (бассейн Хадыты), в нижнем течении р. Оби (г. Салехард), нижнем течении р. Таз (пос. Сидоровск) и нижнем течении р. Пур (пос. Самбург). Средняя длительность полученных дендрохронологических рядов оказалась равной 300 — 350 годам. Наиболее длинные ряды построены для Полярного Урала (1010 лет) и нижнего течения р. Таз (697 — 867 лет). При этом выяснилось, что полярноуральская дендрохронологическая шкала вполне пригодна и для бассейна Хадыты.

Основным фактором, лимитирующим величину годичного прироста деревьев по диаметру на верхнем и полярном пределах их произрастания, является термический режим текущего вегетационного периода. В северных районах коэффициент корреляции между несглаженными индексами прироста лиственницы и средней температурой лета достигает 0,60—0,62, а в южных — 0,34—0,49. Корреляция возрастает до 0,80 — 0,84, если провести усреднение индексов прироста и летней температуры по пятилетиям. Столь высокие показатели получены для Полярного, Приполярного и Северного Урала, а также для районов Обско-Тазовской лесотундры, что позволило вычислить для этих районов уравнения регрессии [72, 74]. Наиболее надежную климатологическую информацию содержат дендрохронологические ряды по лиственнице. Коэффициенты чувствительности отдельных рядов колеблются от 0,29 до 0,43, а коэффициенты синхронности между рядами — от 73 до 95 %. В северных районах синхронный ход колебаний радиального годичного прироста деревьев сохраняется при расстоянии между районами до 500—600 км. Син-

хронность между крайними точками профиля (бассейны Печоры и Таза) практически отсутствует.

Анализ дендрохронологических рядов позволяет установить наличие циклических колебаний (прироста деревьев и климата) различной длительности. По длительности циклы обычно подразделяются на внутривековые (до 60 лет), вековые (60 — 120 лет) и сверхвековые (свыше 120 лет). Цикл длительностью 160 — 180 лет выделился надежно, поскольку в самых длинных рядах он повторился четыре-пять раз. Ход его проявления на Полярном Урале и в нижнем течении р. Таз синхронен, следовательно, он имеет место и в бассейне Хадыты. Цикл такой длительности обнаруживается в динамике различных природных явлений и чаще всего называется двойным вековым. Для нижней части бассейна р. Таз подозревается наличие даже 320 — 350-летнего цикла.

Вековые циклы в колебаниях индексов прироста выявляются еще более отчетливо. Анализ имеющихся материалов свидетельствует о выраженности в дендрохронологических рядах трех вековых циклов, а именно: 55 — 65, 80 — 90 и 110 — 120-летнего. В одном и том же ряду могут присутствовать циклы всех трех типов, и все они в той или иной мере актуальны, в частности, и для нижнего Приобья.

Циклические составляющие дендрохронологических рядов в интервале от 7 — 9 до 50 лет в целом распадаются на девять довольно четких групп: 9 — 11, 12 — 14, 16 — 18, 21 — 24, 26 — 29, 32 — 34, 36 — 39, 41 — 45, и 47 — 49 лет. Для нижнего Приобья и соответственно для бассейна Хадыты наибольшее значение имеют 16 — 18, 21 — 24, 36 — 39 и 47 — 49-летние ритмы. К сожалению, у нас нет возможности вдаваться в природу этих ритмов, но суть, например, 21 — 24-летнего цикла вполне достаточно продемонстрирована в предыдущем разделе. Характерно, что «ареалы» синхронного проявления внутривековых циклов гораздо меньше, чем вековых и сверхвековых.

Разумеется, наиболее существенными экологическими последствиями сопровождаются моменты хронологического совпадения экстремумов различных ритмов. Число их возможных комбинаций чрезвычайно велико, так что любой хронологический отрезок при строгом подходе абсолютно уникален и в климатологическом, и в биогеоценологическом отношениях.

На основе полученных уравнений регрессии между индексами прироста деревьев и термическими характеристиками летних месяцев текущего года была произведена количественная реконструкция температуры лета по отдельным пятилетиям, помимо прочих районов, и для Обско-Тазовской лесотундры. Анализ хода реконструированных температур лета за последние 250 — 1000 лет показал, что на верхнем (в горах) и полярном пределах произрастания древесной растительности происходили постоян-

ные и значительные колебания теплообеспеченности [73]. Диапазон колебаний средней температуры лета в отдельные пятилетия достигал в северных районах 3,0, а в южных 1,5 — 2,0 ° С. Это приводило к смещениям климатических изотерм в направлении север — юг до 350—400 км. Длительные колебания термических условий (сверхвековые и вековые) происходили довольно синхронно во всех изученных районах. Так, в X — XIV вв. климат был сухим и теплым. Максимум потепления состоялся в XIII в. и получил название «малый климатический оптимум». В XV — XIX вв. климат был более холодным и влажным («малый ледниковый период»). На этом фоне происходил ряд более кратковременных «возмущений» средневековой теплообеспеченности [103], но у нас нет возможности подробно на них останавливаться.

Разумеется, существенные колебания теплообеспеченности сопровождались явлениями деградации или, напротив, экспансии лесной растительности на крайних пределах ее существования. В этой связи интересны результаты проделанного С. Г. Шиятовым [103] анализа около 80 литературных источников за последние 120 лет по проблеме генезиса лесной растительности на ее полярном и верхнем пределе. Оказывается, одна группа авторов считала, что в период их исследований лесная растительность деградировала. Эти исследователи работали в XIX в. и в начале текущего столетия. Другая группа авторов высказывалась в пользу гипотезы о деградации лесной растительности, но в то же время отмечала наличие жизнеспособного подроста под «пологом» редколесий и на прилегающих к ним тундровых участках. Эти исследователи проводили наблюдения в 20 — 30-х годах текущего столетия. Наконец, третья группа авторов высказывалась и приводила данные о происходящей в современный период экспансии лесной растительности выше в горы и дальше на север. Их исследования приурочены к 40 — 70-м годам нашего века. Таким образом, именно в 30 — 40-х годах текущего столетия, по-видимому, произошло не просто видоизменение научных взглядов на одно и то же явление, а самой объективной климатической ситуации.

Экспансия леса выше в горы или дальше на север осуществляется двумя путями [103]. Первый путь состоит в том, что в один из теплых периодов в приопушечной полосе, шириной не более 40—60 м, происходит обильное лесовозобновление. В этом случае смена нелесных сообществ лесными совершается в течение одного лесообразовательного этапа. Чаще всего, однако, внедрение древесной растительности в нелесные фитоценозы происходит вторым путем. Сначала появляются одиночные деревья, причем иногда на значительном удалении от границы леса. В благоприятных условиях они могут выжить и с наступлением очередного теплого периода уже сами обсеменить прилегающую к

ним территорию. В этом случае формирование лесных фитоценозов происходит в течение длительного промежутка времени (несколько сотен лет), но зато граница леса в равнинных районах может продвинуться сразу на внушительное расстояние.

Считается [14], что при сохранении современных темпов хозяйственного развития антропогенные изменения климата могут уже к концу текущего века достигнуть масштабов, сравнимых с масштабами естественных колебаний. Поэтому прогноз теплообеспеченности вегетационного периода и климатогенных смен лесной растительности приводится С. Г. Шиятовым [103] лишь до 2010 г., хотя естественные тенденции известны теперь практически вплоть до 2200 г.

Следует иметь в виду, что прогноз для бассейна р. Таз справедлив одновременно и для бассейна Нижней Оби, а также для Полярного и Приполярного Урала [103]. Значения индексов прироста лиственницы в Обско-Тазовской лесотундре выше нормы ожидаются в 1981—1984 и 1991—2010 гг., а ниже нормы — в 1985 — 1990 гг. В связи с тем, что в этом ряду, кроме циклических составляющих, был выявлен положительный линейный тренд, который на самом деле может быть восходящей фазой многовекового цикла, прогнозируемые величины прироста могут быть несколько завышенными. До середины 90-х годов текущего столетия здесь ожидается похолодание климата. Это может привести к незначительной деградации лесной растительности. В самом конце текущего и начале следующего столетий условия для произрастания древесной растительности будут благоприятными, и начнется новая волна расселения древесной растительности в тундровых ландшафтах. Периоды наиболее интенсивного похолодания в отдельных районах не совпадают, т. е. смещены по отношению друг к другу на 5 — 10 лет. Наиболее интенсивное похолодание ожидается в бассейне Нижней Печоры и на Южном Урале.

Уместно подчеркнуть, что фитоценотические границы являются значительно более консервативными, чем климатические. Поэтому полное соответствие этих границ в природе наблюдается чрезвычайно редко. В теплые периоды лимитирующая рост и развитие древесных растений изотерма летнего периода (10 — 12° С) находится выше и севернее границы леса, а в холодные периоды — ниже и южнее границы леса.

В связи с выраженностью в подгольцовых и лесотундровых мелколесьях циклических климатогенных смен требуют уточнения и пересмотра многие спорные вопросы тундроведения, имеющие важное прикладное значение. Так, противоречивость представлений о характере взаимоотношений леса и тундры часто связана с тем, что одни исследователи работали в неблагоприятные для произрастания древесной растительности периоды, а другие — в благоприятные. С. Г. Шиятов [103] считает неверной пропагандируемую В. В. Крючковым [43] гипотезу о постоянном

наличии полосы относительного безлесия южной тундры. Последняя появляется в теплые периоды, когда лимитирующие изотермы расположены гораздо севернее границы леса, как это наблюдается, например, и в настоящее время. В холодные фазы сверхвековых и вековых циклов эти изотермы отступают на юг, и полоса «относительного безлесия» может исчезнуть. Именно в такие периоды в лесных сообществах и происходят регрессивные и редукционные смены. Естественно, что здесь не принимается во внимание та часть лесотундры, где причина безлесия — хозяйственная деятельность человека.

В связи с колебаниями климата наблюдаются изменения роли ведущих факторов, препятствующих дальнейшему расселению древесной растительности в пределах термической границы леса. В холодные климатические периоды лимитирующим фактором является недостаток тепла и краткость вегетационного периода, а в теплые — недостаток семенного материала.

Известно, что города и поселки в тундре воздействуют на прилегающую территорию: климат становится более благоприятным и умеренным. Люди должны воспользоваться этим обстоятельством, поскольку оно представляет собой объективную предпосылку для создания вокруг и внутри поселений жизнеспособных и полноценных зеленых зон. Иными словами, лесоразведение в тундре имеет вполне реальные перспективы.

Возвращаясь к проблемам собственно бассейна Хадыты, следует прежде всего заметить, что все сделанные в данной главе климатологические обобщения имеют к нему непосредственное отношение, но в силу своей компактности и сравнительно высокой изученности бассейн особенно пригоден для комплексного модельного объекта новых фундаментальных экологических исследований. Именно в этой связи чрезвычайно актуально «продление» имеющихся дендрохронологических шкал теперь уже в прошлые тысячелетия. Надо полагать, что дендрохронологическая информация о них в аллювиальных отложениях Хадыты и торфяниках ее долины доступна для расшифровки.

Глава VII

ПРЕДВИДИМОЕ БУДУЩЕЕ ЭКОСИСТЕМЫ БАССЕЙНА ХАДЫТЫ В СВЕТЕ НОВЕЙШИХ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ В ОСВОЕНИИ СЕВЕРА

Ни одно из технических веяний современности не обходит своим влиянием самые глубокие и забытые уголки земного шара. «Всюдность» проявления последствий человеческой деятельности В. И. Вернадский считал одной из важнейших особенностей текущей геологической эпохи. Приметы времени можно обнаружить повсюду, но наиболее глубокое впечатление они производят именно в условиях Севера.

В настоящей главе мы рассмотрим перспективы природопользования в регионе. Здесь же резюмируем и некоторые общие итоги в части постановки ближайших задач.

Сельское хозяйство, лесоэксплуатация, оленеводство, охотничий и рыбный промыслы

Проблемы и перспективы сельскохозяйственного освоения тундровой зоны вообще весьма подробно разбираются в уже упоминавшихся книгах И. С. Хантимера [94], В. В. Крючкова [44] и Ю. И. Чернова [96]. Разумеется, какими бы ни были потенциальные естественные ресурсы, их использование возможно, как говорят экономисты, лишь при наличии соответствующей инфраструктуры, т. е. оседлого трудоспособного населения, производственных мощностей, энергии, коммуникаций, и т. п. Ничего этого в бассейне Хадыты и на прилегающих территориях нет и не предвидится. Единственным элементом «инфраструктуры» в данном случае является сравнительно высокая экологическая изученность по крайней мере долины реки. В конце концов это тоже «ресурс» и немаловажный даже для освоенных районов. Его и следует «рационально использовать». В. В. Крючков [44] вполне обоснованно и своевременно поднимает вопрос о развитии сети заповедников и заказников на Крайнем Севере. Нам представляется, что в схеме предполагаемого Ямальского заповедника должна быть предусмотрена организация полноценного Хадытинского отделения с конкретной программой экспериментальных научно-исследовательских работ.

Как уже неоднократно подчеркивалось, хадытинский таежный массив довольно интенсивно эксплуатируется в процессе эпизодических «посещений» изыскателей, оленеводов и охотников, а примерно в 40-х годах здесь организовывалось даже смолокурение (урочище «Чаны»). Действительно принципиальное значение имеет то обстоятельство, что в хадытинском массиве сосредоточена, по всей вероятности, уникальная естественная коллекция генотипов древесных растений, в процессе длительного исторического развития идеальным образом приспособленных к условиям западно-сибирской Субарктики. Можно не сомневаться, что рано или поздно дело дойдет и до тундрового лесоразведения, когда Хадыта может стать одним из поставщиков районированного селекционного материала.

По сообщению В. В. Крючкова [44, с. 92], «в северных районах Ямало-Ненецкого автономного округа ежегодно становится непригодным для выпаса 10 — 15 % пастбищ». Естественным возобновлением ягельников эти потери не компенсируются. Единственной надежной крупномасштабной альтернативой этой тенденции является тундровое лугоразведение. Широкая организация подобного рода мероприятий в тундре не имеет прецедентов. Здесь, вероятно, в перспективе не обойтись без таких радикальных средств, как применение взрывной техники при спуске озер, аэросев травосмесей и, может быть, даже рассеивание с воздуха измельченных слоевищ лишайников и спор хвощей (для скорейшего закрепления грунта, в особенности на тундровых горельниках), внесение удобрений, чернение поверхностей аэронапылением торфяной крошки и т. д. Разумеется, все эти средства нуждаются в прочном научном и технико-экономическом обосновании и обеспечении. И в данном случае ландшафты бассейна Хадыты уместно рассматривать в качестве экспериментальной базы для тонких долгосрочных наблюдений и подбора природного селекционного материала.

Относительно богатая охотничье-промысловая фауна Севера в целом — не только весомая предпосылка для существования местного населения, но и фактор, все более привлекательный для людей (а в том числе и для высококвалифицированных специалистов) из южных районов. Концентрация и рост поселений, новые сравнительно комфортабельные коммуникации, новые индивидуальные транспортные средства (снегоходы, мощные лодочные моторы) и новые способы охотничьего промысла не просто теснят и сокращают плотность популяций диких обитателей тундры, а вносят в структуру этих популяций глубокие качественные изменения. Судить о масштабах охотничьего промысла можно хотя бы по таким данным: охотники-любители в Западной Сибири в настоящее время добывают за сезон до 200 голов водоплавающей птицы в среднем на человека [2], только в Ямало-Ненецком автономном округе за 1945—1952 гг. было за-

готовлено белой куропатки 120 739, за 1953 — 1960 гг.—93 026 и за 1961 — 1968 гг.—98 597 шт. [8]. Любопытно, что поголовье лосей в Ямало-Ненецком округе оценивается примерно в 3,5 тыс. голов [48], из которых лишь несколько экземпляров кочуют в долине Хадыты.

Самое существенное, что процесс освоения охотничьих угодий Ямала человеком в отличие, например, от климатических колебаний четко векторизован одновременно по многим показателям. Короче говоря, он будет неизбежно усиливаться. «Изменение климата или других параметров среды обитания животных изменяет направление, интенсивность и эффективность отбора не только потому, что новые условия существования изменяют «соотношение сил», составляющих популяцию генотипов, но прежде всего вследствие изменения популяционной структуры»,— так резюмировал С. С. Шварц [101, с. 217] суть важнейшего на его взгляд вопроса, до сих пор еще не пользующегося должным вниманием исследователей. Он разбирает ситуацию на примере тундровых популяций полевок. К сожалению, действительность заставляет исследовать структурно-функциональные нарушения популяций очень многих хозяйственно-ценных видов животных тундры. В этих обстоятельствах бассейн Хадыты может быть одним из естественных биогеоценологических эталонов.

С. С. Шварц неоднократно подчеркивал [98, 99, 101], что биогеоценозы Севера в структурно-функциональном отношении еще незрелые, открытые, «они формируются на наших глазах». Такова и экосистема бассейна Хадыты.

В рыбохозяйственном отношении притоки Нижней Оби сугубо естественным путем, но весьма четко специализированы [28]. Так, если присмотреться только к нерестовым «повадкам» сиговых рыб, то оказывается, что пелядь (сырок) предпочитает для нереста такие реки, как Ляпин, Хулга и Манья; сиг-пыжьян идет на нерест в р. Собь, т. е. значительно севернее, а ряпушка нерестится преимущественно в р. Щучьей; чир (щекур) отмечается повсюду, но в разных соотношениях, и в р. Харбее, например, он нерестится, хотя основная масса производителей и икры здесь не переживает суровой зимы; о приверженностях тугуна говорит даже его название — «сосьвинская селедка». Столь же дифференцирован режим нагула сигов, но не менее «привередливы» и частиковые или сорные рыбы (так, на Харбее поражает относительное обилие налима, а на Хадыте его нет). Популяции одного и того же вида в разных бассейнах или в разных частях одного и того же бассейна отличаются множеством морфологических, фенологических и этологических особенностей. Например, по представлениям наших ихтиологов, популяции пеляди из уральских притоков Оби являются своего рода «акселератами» по сравнению с популяциями Тазовского и Пуровского бассейнов. Разумеется, при соответствующем подходе упомянутые

популяционные особенности рыб не только отражают некоторые естественноисторические тенденции, но и несут определенный заряд новых возможностей для целенаправленной селекционной и акклиматизационной работы. Интересно, что в 1981 г. А. В. Лугаськову удалось выловить в Хадыте тайменя — субгорный вид. Эта находка заставляет еще раз задуматься о том, когда и откуда в бассейне Хадыты взялись, с одной стороны, горные, а с другой — типично таежные виды растений и животных. Таким образом, и в гидробиологическом отношении реки и озера хадытинского бассейна представляют огромный интерес.

Заключая раздел, уместно еще раз подчеркнуть, что бассейн Хадыты в миниатюре воспроизводит структуру и естественную динамику неизмеримо более обширных и весьма нарушенных техногенными воздействиями региональных экосистем, благодаря главным образом именно наличию в нем процветающего таежного оазиса. Не будь последнего, бассейн был бы гораздо менее показателен. Существенное значение имеет и то обстоятельство, что бассейн расположен в зоне выклинивания Обской губы, т. е. в некоторой переходной географической полосе. Короче говоря, мы расцениваем ландшафты и биоценозы бассейна как некую природную научную лабораторию, общественная полезность которой будет только возрастать. Разумеется, от каких-либо хозяйственных экспериментов здесь следует воздержаться.

Нефтегазодобыча

Как известно, на Ямале разведаны месторождения природного газа. Но вот появилось сообщение, что готовится к промышленной эксплуатации первое на Ямале Новопортовское нефтяное месторождение: «Отбита символическая точка, где будет начата разработка самой северной в Тюменской области скважины. Строящийся заполярный промысел даст продукцию уже в одиннадцатой пятилетке» [1].

А Новый Порт — это 100 — 120 км от истоков Хадыты. Таким образом, Южный Ямал скоро и неизбежно будет вовлечен в сферу мощного современного нефтедобывающего промышленного производства.

Для добычи 1 т нефти требуется по меньшей мере 10 м^3 воды, но 1 т нефти способна образовать на водной поверхности мономолекулярную пленку площадью в 12 км^2 и в условиях Севера надолго вывести из строя соответствующую водную экосистему. По представлениям А. А. Никонова [57], в районах карского побережья Западно-Сибирская низменность в настоящее время п о г р у ж а е т с я со скоростью до 3 мм/год. По данным Е. М. Сергеева [84], величина возможного п р о с е д а н и я поверхности Земли в Западной Сибири в резуль-

[1] Сов. Россия, 1982 г., 16 июля.

тате добычи нефти и газа оценивается от 20 до 1500 см (за период эксплуатации месторождений). Все эти сведения не могут не беспокоить эколога. Действительно, готовы ли мы предвидеть экологические последствия нефтегазодобычи на Южном Ямале? Каких-то 50 — 60 т нефтепродуктов теоретически вполне достаточно, чтобы отравить все водоемы бассейна Хадыты, но на практике неизвестно даже, например, какой объем нефтепродуктов способен аккумулировать в себе 1 м^3 сухого торфа, песка или вечномерзлого грунта, а ведь это предпосылка для реалистической оценки самоочищающей способности ландшафта. Что мы знаем в этом смысле о работе геохимических или шире — биогеоценологических барьеров? Наконец, какова сравнительная чувствительность к загрязнениям нефтепродуктами, с одной стороны, различных видов растений и животных, а с другой — отдельных типов биогеоценозов?

Таковы в конкретной постановке некоторые экологические вопросы, связанные с организацией нефтегазодобычи на Южном Ямале. Вполне очевидно, что «экспериментальных предпосылок» для выяснения подобных вопросов более чем достаточно: любые мыслимые экологические ситуации уже «смоделированы» на западно-сибирских нефтепромыслах, и задача состоит лишь в том, чтобы грамотно снять результаты этих незапланированных экспериментов. Служба экологического надзора на нефтегазопромыслах необходима, и при соответствующей заинтересованности экологический ущерб может быть сведен до минимума. От экологии, как фундаментальной дисциплины, требуется подбор естественных биологических тест-систем и тест-объектов, наиболее реагирующих на загрязнения среды нефтепродуктами. На следующем этапе потребуется конструирование своего рода «буферных» экосистем, способных перехватывать, связывать и нейтрализовать дисперсные потоки нефтепродуктов.

Транспорт нефти и газа

Транспорт нефти и газа экологически более значим, чем их добыча. В этом смысле достаточно проследить за серией мировых публикаций об авариях супертанкеров. В условиях субарктической суши ситуация даже еще сложнее.

Группа американских экспертов по охране природы досконально ознакомилась с положением дел на тракте аляскинского нефтепровода, по которому нефть должна перекачиваться с северного побережья к южным незамерзающим портам Аляски. На протяжении более 1000 км этот нефтепровод проходит по тундре.

Чисто инженерных проблем на таком нефтепроводе множество. В морозы нефть густеет и не течет, следовательно, для обеспечения ее текучести приходится применять подогрев. Установки для подогрева располагаются на вечномерзлом грунте, про-

таивание которого во избежание аварий недопустимо. Трубопровод должен иметь зигзагообразные очертания, которые бы компенсировали его деформации при перепадах температур. Там, где трубы проложены в земле, они для сохранения мерзлоты должны подстилаться мощным теплоизолирующим балластом, но и при этом грунт местами приходится специально охлаждать, пропуская через него опять же по трубам соответствующий раствор. Когда трубы укладываются на опоры, должна быть предусмотрена возможность свободного скольжения труб по опорам в продольном и поперечном направлениях, чтобы предотвратить их разрыв. Наконец, внутри каждой опоры должна быть предусмотрена система охлаждения, иначе сама опора провалится в мерзлоту. Разумеется, все эти проблемы в той или иной мере актуальны и значимы при прокладке газопроводов.

На всем этом сложном инженерном фоне требования экологии выглядят на первый взгляд наивными и необязательными, но тем не менее их также нужно принимать в расчет. Известно, например, что нефтегазопровод, пересекающий древний миграционный путь северных оленей, останавливает последних. Их отпугивает и само сооружение, как механическое препятствие, и соответствующие шумы (в том числе и ультрозвукового диапазона), и всевозможные запахи, и вибрации. Тот факт, что животные останавливаются перед препятствием, есть лишь одна сторона дела, или лучше сказать, его первый этап. Громадные скопления животных перед препятствием автоматически приводят, с одной стороны, к полному исчерпанию кормовых ресурсов на прилегающей территории, а с другой — к разрушению почвенного слоя, за которым неизбежно последует вспышка эрозионных и термокарстовых явлений, способных угрожать состоянию ландшафта, не говоря уж о самом нефтегазопроводе.

Серьезную самостоятельную проблему представляют моменты пересечения нефте- и газопроводами водных трактов. Миграционное поведение рыб при этом требует специального исследования: те же шумы и вибрации, надо полагать, останавливают и отпугивают рыб.

Аварийные утечки нефти и газа, разумеется, недопустимы, но вряд ли можно рассчитывать на 100 %-ную гарантию от них. В этих обстоятельствах в некоторых наиболее опасных или особенно важных пунктах (например, вблизи рек), по-видимому, должна быть предусмотрена возможность быстрого превращения какой-либо естественной полости или бессточного водоема в аварийный резервуар для нефти. И вообще при изыскании трасс нефте- и газопроводов желательно своевременно советоваться с экологами, хотя бы в части справедливой оценки земельных изъятий. Кстати, любая сооружаемая коммуникация, и особенно нефтегазопровод, является хорошо подготовленным

в инженерном отношении экологическим или геоботаническим профилем, поэтому в малоизученных районах не следует пренебрегать соответствующей возможностью оперативной биогеоценологической съемки.

Освоение Новопортовского нефтяного месторождения вызывает ряд серьезных опасений. Если проложить на карте прямую линию Новый Порт — Лабытнанги, то более 20 % ее протяженности приходится на долю бассейна Хадыты. Иными словами, относительная девственность ландшафтов бассейна может быть скоро нарушена радикальными средствами. Намерения проектировщиков могут быть самыми неожиданными. Именно в этой связи в обозримой перспективе необходимо всячески форсировать исследование экологических проявлений ямальской тундры. В одной из предыдущих глав мы обсуждали актуальность рассмотрения и самостоятельного изучения так называемых «полигонов влияния биоценозов». В данном контексте необходимо подчеркнуть актуальность установления и исследования полигонов влияния конкретных промышленно-технических объектов. К сожалению, экология со своей стороны зачастую не готова технически грамотно сформулировать свои требования.

Промышленное и гражданское строительство

От Нового Порта до Амдермы 1162 км, а напрямую около 500 км, из которых 300 км проходят по Карскому морю и Байдарацкой губе, а 200 км — по суше Южного Ямала. От южной оконечности Байдарацкой губы до Салехарда также около 200 км. От Салехарда на юго-восток, вдоль р. Полуй, некогда было сооружено несколько десятков километров железнодорожной линии, побывать на которой интересно тем, кто изучает проблемы транспортного освоения Севера.

Нет сомнения, что в северном Приобье складывается весьма своеобразная и динамичная технико-экономическая обстановка, «поставляющая» для эколога немало крупномасштабных проблем. Обстоятельства требуют нового экологического мышления и выработки дедуктивных региональных экологических доктрин, адекватных масштабам и темпам промышленного освоения Севера. Например, ничто не мешает рассмотреть статистически зависимость «радиуса полигона влияния населенного пункта на прилегающую территорию» от его абсолютного возраста или численности населения. Не секрет, что одни только тепловые выбросы населенных пунктов переводят прилегающие к ним ландшафты в условия повышенного по сравнению с зональным теплового довольствия со всеми вытекающими биогеоценологическими последствиями.

Стратегия «очагового» освоения края придает особую актуальность выработке многомерных реккурентных и стохастических моделей, в которых бы экологические влияния «уединенной охотничьей избушки, небольшого поселка и мощного промышленного центра» в Субарктике располагались бы в единые непрерывные пространственно-временные ряды. Мерой экологических проявлений (влияний) населенных пунктов могут быть самые разнообразные показатели: наличие — отсутствие определенных «указательных» видов растений и животных, а затем и специфических типов биоценозов; сдвиги в прохождении фенофаз отдельными видами растений и животных, морфогенетические приспособления растений и этологические реакции животных. В широкой постановке вопроса здесь же нужно рассматривать медико-биологические, санитарно-гигиенические, психологические и даже этические аспекты. Аналогичные в принципе рассуждения справедливы и по отношению к транспортным и энергетическим коммуникациям.

Экологическим парадоксом Севера можно считать то обстоятельство, что последствия даже самой умеренной человеческой деятельности здесь вполне сопоставимы по своим масштабам с экстремальными проявлениями стихийных природных сил. Суть этого парадокса удачно разъяснил В. В. Крючков [44, с. 124]: «...количество вещества и энергии, вовлекаемое в природный круговорот в северных экосистемах, невелико и сопоставимо с массой вещества и энергией, используемой человеком. В промышленных же центрах Севера количество вещества и энергии, циркулирующее на единице площади в единицу времени, намного больше, чем в природных системах». В этой ситуации огромный экологический смысл имеют гипотетические интегральные инженерные оценки объемов энергии и биогенных веществ, «выпадающих» в пространство из различных промышленных и бытовых технологических циклов. О том, насколько актуально это требование, говорит следующее замечание Э. Б. Тюрюкановой [93, с. 50]: «В районах Крайнего Севера повышенное содержание искусственных радиоактивных изопотов в мхах и лишайниках обусловило их накопление в организме оленей, и в связи с этим внутреннее облучение отдельных групп населения на один-два порядка более высокое, чем у жителей центральных районов».

Намечающаяся тенденция «выдворять» вредные и опасные производства из умеренной зоны в Субарктику заслуживает беспрецедентного научного экологического обеспечения.

В бассейне Хадыты нет и не предвидится постоянных людских поселений. Две «действующих» избушки, развалины еще нескольких и полузаброшенная фактория «Хадыта» дают сравнительно редкую возможность проследить особенности именно начального этапа антропогенной или техногенной экспансии, в умеренных широтах или в более освоенных районах безнадежно

скрытые под мощными последующими напластованиями. Несколько зимников позволяют оценить роль традиционных средств передвижения по тундре (в бассейне Хадыты проходят границы ареалов многих видов растений, и транспорт, несомненно, способствует расселению некоторых из них). Вполне очевидно, что бассейн может быть объектом зонального экологического мониторинга.

Задачи дальнейших исследований (вместо заключения)

Почти в каждом из разделов предыдущих глав были затронуты вопросы, остающиеся неясными и до сих пор. Мы не стремились дать сводку, тем более огромного зоологического материала, и расцениваем свой труд как самостоятельное исследование и как подготовку своего рода конспекта или логической схемы для действительно капитальной, обзорной и обобщающей работы по бассейну Хадыты. Именно в этом плане могут иметь значение и некоторые наши методические подходы, а также и уникальный картографический материал. Задачи дальнейших исследований могут быть сформулированы в следующем виде:

1. Уточнение ландшафтно-географической, гидрологической, геоботанической и биогеоценологической характеристики бассейна с учетом прилегающих районов и ситуации на Ямале в целом.

2. Количественная характеристика структурно-функциональной организации отдельных типов биогеоценозов с учетом всех звеньев биогеоценологического процесса, а также элементов взаимодействия между смежными биогеоценозами.

3. Продление региональных дендрохронологических шкал до низов голоцена, спорово-пыльцевой анализ торфяников и полная реконструкция палеоэкологической обстановки.

4. Исследование тонких региональных популяционных особенностей основных видов растений и животных с анализом явлений микроэволюционного порядка.

5. Глубокая ревизия нашего картографического материала по данным аэрофотосъемочных залетов и космической съемки. Установление на этой основе текущих скоростей различных геоморфологических, гидрографических и биогеоценологических процессов.

6. Построение динамичной количественной функциональной модели экосистемы бассейна и прогноз ее состояния.

7. Анализ региональных проявлений действия новейших техногенных факторов (атмосферных загрязнений, промышленных коммуникаций, изъятия части жидкого, твердого и теплового стока р. Оби и т. д.).

Нет надобности расшифровывать содержание перечисленных задач. Сеть стационарных и опорных научно-исследователь-

ских пунктов на Севере будет со временем неуклонно сгущаться. Бассейн Хадыты на всем этом фоне может стать объектом исследования в любой национальной или международной научно-исследовательской биологической программе.

Мы убеждены, что возможности неформального творческого сотрудничества разных специалистов беспредельны, но реализуются они в настоящее время недостаточно. В этой связи уместно напомнить слова В. И. Вернадского: «Мы все больше специализируемся не по наукам, а по проблемам. Это позволяет, с одной стороны, чрезвычайно углубляться в изучаемое явление, а с другой — расширять охват его со всех точек зрения» [17. с. 54]. В этой же связи уместно сформулировать и основную экологическую проблему Севера: объяснение прошлого, управление настоящим и предвидение будущего экосистем Субарктики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамович Д. И., Крылов Г. В., Николаев В. А., Терновский Д. В. Западно-Сибирская низменность. Очерк природы. М.: Гос. изд-во геогр. лит., 1963. 260 с.

2. Адам А. М., Гайдуенко З. В., Гришина Е. М. и др. Охотничье-промысловые животные Западной Сибири, их охрана и воспроизводство. Изд-во Томск, ун-та, 1979. 90 с.

3. Алекин О. А., Бражникова Л. В. Сток растворенных веществ с территории СССР. М.: Наука, 1964. 144 с.

4. Алексеев В. А. Световой режим леса. Л.: Наука, 1975. 225 с.

5. Антонов В. С. Великие сибирские реки (Некоторые проблемы переброски вод сибирских рек на юг). М.: Знание, 1976. 44 с.

6. Архипов С. А., Вдовин В. В., Мизеров Б. В., Николаев В. А. Западно-Сибирская равнина. М.: Наука, 1970. 278 с.

7. Архипова Н. П. Североуральская экспедиция Русского Географического общества.— Зап. Урал. отделения геогр. о-ва СССР, 1954, вып. 1.

8. Бахмутов В. А. К изучению динамики численности белой куропатки в большеземельской тундре, на Ямале и Таймыре.— Экология, 1971, № 3, с. 100—101.

9. Бахрушин С. В. Очерки по истории колонизации Сибири в XVI и XVII вв. М., 1928.

10. Берг Л. С. Избранные труды, т. 1. История науки. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 394 с.

11. Берри Б. Л., Либерман А. А., Шиятов С. Г. Периодические колебания индексов прироста лиственницы сибирской в Тазовской лесотундре и их прогноз.— Экология, 1979, № 6, с. 22—26.

12. Богачева И. А. Пилильщики Hymenoptera, Tenthredinoidea и их роль в биоценозах Приобского Севера.— Труды Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, 1977, вып. 106, с. 85—103.

13. Богачева И. А., Ольшванг В. Н. Заметки по фауне и продуктивности беспозвоночных стационара «Хадыта».— Там же, с. 72—84.

14. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 350 с.

15. Бяллович Ю. П. Системы биогеоценозов.— В кн.: Проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1973, с. 37—47.

16. Вейль Г. Симметрия. М.: Наука, 1968. 191 с.

17. Вернадский В. И. Разышления натуралиста. Научная мысль как планетное явление. М.: Наука, 1977. 191 с.

18. Вологдин А. Г. Земля и жизнь. М.: Издательство АН СССР, 1963. 174 с.

19. Воропаев Г. В., Косарев А. Н. О современных проблемах Каспийского моря.— Природа, 1981, № 1, с. 61—73.

20. Втюрин Б. И. Подземные льды СССР. М.: Наука, 1975.

21. Гидроэнергетические ресурсы. М.: Наука, 1967. 599 с.

22. Городков Б. Н. Движение растительности на севере лесной зоны Западно-Сибирской низменности.— В сб.: Проблемы физической географии. М.: Изд-во АН СССР, вып. 12, с. 81—105.

23. Григорьев А. А. Субарктика. Опыт характеристики основных типов географической среды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 223 с.

24. Данилов Н. Н. Пути приспособления наземных позвоночных животных к условиям существования в Субарктике, т. 2. Птицы.— Труды Ин-та биологии Урал. фил. АН СССР, 1966, вып. 56, 148 с.

25. Данилов Н. Н. Роль животных в биогеоценозах Субарктики.— Труды Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, 1977, вып. 106, с. 3—30.

26. Данилов Н. Н., Рыжановский В. Н., Рябицев В. К. Динамика населения птиц стационаров «Харп» и «Хадыта».— В сб.: Структура и функционирование биогеоценозов Приобского Севера. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981, с. 66—72.

27. Динесман Л. Г., Нейштадт М. И., Флеров К. К. Изучение голоценовой истории биогеоценозов в связи с проблемами биосферы.— В кн.: Общие методы изучения истории современных экосистем. М.: Наука, 1979, с. 7—13.

28. Добринская Л. А., Яковлева А. С., Ярушина М. И. и др. К вопросу об экологических основах рационального использования рыбных запасов уральских притоков Нижней Оби.— В кн.: Структура и функционирование биогеоценозов Приобского Севера. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981, с. 87—118.

29. Добринский Л. Н. Заметки по фауне птиц долины р. Хадыты (Южный Ямал).— Труды Ин-та биологии УФАН СССР, 1965, вып. 38, с. 167—179.

30. Добринский Л. Н. Орнитофауна островных лесов в тундре Приобского Севера.— В кн. Биологические основы использования природы Севера. Сыктывкар, 1970, с. 200—206.

31. Дорогостайская Е. В. Сорные растения Крайнего Севера СССР. Л.: Наука, 1972, 172 с.

32. Дроздов О. А. Возможен ли научный прогноз температуры и осадков на несколько лет вперед? — В кн.: Климатология и сверхдолгосрочный прогноз. Л., 1977, с. 3—9.

33. Дылис Н. В. Межбиогеоценозные связи, их механизмы и изучение.— В кн.: Проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1973, с. 71—79.

34. Ефимова Н. А. Фотосинтетически активная радиация на территории СССР.— В кн.: Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. М.: Наука, 1966.

35. Записки по общей географии Императорского Русского Географического Общества, 1911, т. 48; 1912, т. 49.

36. История Академии наук СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1958, т. 1. 483 с.

37. Кинд Н. В. Абсолютная хронология основных этапов истории последнего оледенения и послеледниковья Сибири (по данным радиоуглеродного метода).— В кн.: Четвертичный период и его история. М.: Наука, 1965.

38. Кинд Н. В. Палеоклиматы и природная среда голоцена.— В кн.: История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976, с. 5—14.

39. Кинд Н. В. О методах изучения климатов голоцена.— В кн.: Частные методы изучения истории современных экосистем. М.: Наука, 1979, с. 252—260.

40. Красилов В. А. Палеоэкология наземных растений (основные принципы и методы). Владивосток, 1972. 212 с.

41. Крючков В. В. Абсолютное и относительное безлесие тундры.— Вестник МГУ, 1966, сер. 5, № 2, с. 109—113.

42. Крючков В. В. Самые северные леса на Земле.— Природа, 1972, № 12, с. 93—95.

43. Крючков В. В. Крайний Север: проблемы рационального использования природных ресурсов. М.: Мысль, 1973.

44. Крючков В. В. Север: природа и человек. М. Наука, 1979. 128 с.

45. Кряжимский Ф. В., Добринский Л. Н., Малафеев Ю. М. Влияние полевок-экономок на баланс CO_2 в луговых ассоциациях Южного Ямала.— Труды Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР, 1979, вып. 125, с. 19—26.

46. Куликов К. А., Сидоренков Н. С. Планета Земля. М.: Наука, 1977. 192 с.
47. Лычагин М. Ю. Минерализация и химический состав атмосферных осадков в арктическом секторе Евразии.— Вестн. МГУ, сер. геогр., 1981, № 5, с. 80—82.
48. Максимов И., Гнедова А. Вклад в народное хозяйство.— Охота и охотничье хозяйство, 1977, № 9.
49. Марковский Н. И. Большой газ Ямало-Ненецкой земли.— Природа, 1971, № 8, с. 19—24.
50. Мейен С. В. Следы трав индейских. М.: Мысль 1981. 159 с.
51. Мельников Е. С., Тагунова Л. Н. Карты природно-территориальных комплексов, как рабочая основа инженерно-геологического районирования и картографирования равнин криолитозоны.— В кн.: Ландшафтная индикация и ее использование в народном хозяйстве. М.: Моск. фил. Геогр. о-ва СССР, 1981, с. 45—56.
52. Миняев Н. А. Структура растительных ассоциаций. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1963. 262 с.
53. Мироненко О. Н., Савина Л. Н. К истории лесной растительности Средней Сибири на ее северном пределе.— В кн.: История лесов Сибири в голоцене. Красноярск: СО АН СССР, 1975, с. 37—59.
54. Молдау Х., Росс Ю., Тооминг Х., Ундла И. Географическое распределение фотосинтетически активной радиации на территории европейской части СССР.— В кн.: Фотосинтез и вопросы продуктивности. М.: Наука, 1963.
55. Николаева Н. В. Численность и биомасса комаров на стационаре «Хадыта».— Информационные материалы Ин-та экологии растений и животных УНЦ АН СССР. Свердловск, 1974, с. 9—11.
56. Николаева Н. В. Преимагинальная смертность в северных популяциях комаров рода *Aedes*.— Экология, 1979, № 3, с. 55—60.
57. Никонов А. А. Вертикальные движения побережий полярных морей.— Природа, 1978, № 6, с. 16—22.
58. Норин Б. Н. Структура растительных сообществ восточно-европейской лесотундры. Л.: Наука, 1979. 200 с.
59. Носова Л. М. Итоги исследований по проблемам биогеоценологии и охраны природы за 1980 г.— Экология, 1982, № 1, с. 90—96.
60. Обручев В. А. Геологическое строение северных районов Сибири.— В кн.: Геология и полезные ископаемые Севера СССР, т. 1. М.: изд. Главсевморпути, 1935.
61. Обручев В. А. Геология Сибири. М.: Изд-во АН СССР, 1938, т. 3.
62. Одрова Т. В. Изменения теплового стока сибирских рек.— Природа, 1980, № 6, с. 90—93.
63. Одум Ю. Основы экологии. М.: Мир, 1975. 740 с.
64. Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М.: Географгиз, 1961. 496 с.
65. Перельман А. И. Биокосные системы Земли. М.: Наука, 1977. 160 с.
66. Пешкова Н. В. Продуктивность растительных сообществ стационара «Хадыта» и влияние грызунов на травяной покров полигонов.— В сб.: Биоценотическая роль животных в лесотундре Ямала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977, с. 134—145.
67. Пешкова Н. В. Запас надземной фитомассы кустарников и его структура на территории стационара «Хадыта».— В кн.: Структура и функционирование биогеоценозов Приобского Севера. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1981, с. 27—30.
68. Пешкова Н. В., Троценко Г. В. Структурно-функциональная организация равнинных фитоценозов Приуральского сектора Субарктики.— Там же, с. 31—44.
69. Плотников В. В. К характеристике смен растительности на аллювии верхнего течения р. Вишеры.— Записки Свердловского отд. ботанического о-ва, 1970, вып. 5, с. 195—204.

70. Плотников В. В. Эволюция структуры растительных сообществ. М.: Наука, 1979. 276 с.
71. Полное собрание русских летописей, т. 4, ч. 1, Пг., 1915.
72. Полозова Л. Г., Шиятов С. Г. Структура колебаний индексов ширины годичных колец деревьев, произрастающих вблизи полярной границы леса.— Труды Главной геофиз. обсерватории им. А. И. Воейкова, 1975, вып. 354, с. 95—101.
73. Полозова Л. Г., Шиятов С. Г. Вековые колебания климата на основе анализа годичного прироста деревьев вдоль полярной границы леса.—В кн.: История биогеоценозов СССР в голоцене. М.: Наука, 1976, с. 14—23.
74. Полозова Л. Г., Шиятов С. Г. Влияние климатических факторов на радиальный прирост деревьев в высокогорных районах Урала.— Труды Главной геофизической обсерватории им. А. И. Воейкова, 1979, вып. 403, с. 114—128.
75. Пономарева В. В. Лес как элювиальноустойчивый тип растительности.— Бот. ж., 1970, т. 55, № 11, с. 1585—1594.
76. Попов И. В. Загадки речного русла. Л.: Гидрометеоиздат, 1977.
77. Пьявченко Н. И. К изучению палеогеографии севера Западной Сибири в голоцене.— В кн.: Палинология голоцена. М.: Наука, 1971, с. 139—157.
78. Пьявченко Н. И. Изучение истории экологических систем по торфяникам.— В кн.: Общие методы изучения истории современных экосистем. М.: Наука, 1979, с. 40—61.
79. Риклефс Р. Основы общей экологии. М.: Мир, 1979. 424 с.
80. Росс Ю. К. Радиационный режим и архитектоника растительного покрова. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 286 с.
81. Рябицев В. К. Продуктивность и этологические механизмы регуляции плотности гнездования и численности птиц на Южном Ямале.— В сб.: Биоценотическая роль животных в лесотундре Ямала. Свердловск: УНЦ АН СССР, вып. 106, 1977, с. 104—133.
82. Сакс В. Н. Геологическая история Северного Ледовитого океана на протяжении мезозойской эры.— В кн.: Материалы Международного геологического конгресса (21 сессия). М., 1960.
83. Сакс В. Н. Палеогеография Арктики в юрском и меловом периодах.— В сб.: Чтения памяти В. А. Обручева. Л.: Изд-во АН СССР, 1961, с. 20—48.
84. Сергеев Е. М. Рациональное использование геологической среды.— Природа, 1977, № 1, с. 85—93.
85. Список зоологов, изучающих фауну и экологию тундры. Сост. Л. Н. Добринский.— Экология, 1972, № 3, с. 109—112.
86. Справочник по климату СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1967. 299 с.
87. Тихомиров Б. А. Особенности биосферы Крайнего Севера.— Природа, 1971, № 11, с. 30—42.
88. Толмачев А. И. О распространении древесных пород и о северной границе лесов в области между Енисеем и Хатангой.— Труды полярной Комиссии АН СССР, 1931, вып 5, с. 35—48.
89. Томилин Б. А. Стационар « Тарея» Ботанического института им. В. Л. Комарова АН СССР: результаты научно-исследовательских работ.— В кн.: Биогеоценозы таймырской тундры. Л.: Наука, 1980, с. 3—25.
90. Тооминг Х. Г., Каллис А. Г. Значение и некоторые результаты исследования КПД растений и растительного покрова.— В кн.: Проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1973, с. 203—213.
91. Тюлина Л. Н. Лесная растительность Хатангского района у ее северного предела.— Труды Арктического ин-та, 1937, т. 63, с. 3—180.
92. Тюрюканов А. Н. Ландшафтно-геохимические барьеры и их роль в миграции химических элементов в географической оболочке Земли.— Изв. Всесоюз. Геогр. о-ва, 1964, т. 96, вып. 4, с. 306—312.
93. Тюрюканова Э. Б. Стронций-90 в биосфере.— Природа, 1981, № 1, с. 44—53.

94. Хантимер И. С. Сельскохозяйственное освоение тундры. Л.: Наука, 1974.
95. Худяков П. А. Паводково-пойменный экологический цикл.— Водные ресурсы, 1976, № 1, с. 148—156.
96. Чернов Ю. И. Жизнь тундры. М.: Мысль, 1980. 236 с.
97. Шахматов А. А. Повесть временных лет, т. 1. Вводная часть. Текст. Примечания. Пг., 1916.
98. Шварц С. С., Добринский Л. Н. Животный мир Хадыты.— Природа, 1966, № 1, с. 71—75.
99. Шварц С. С. Эволюция и биосфера.—В кн.: Проблемы биогеоценологии. М.: Наука, 1973, с. 213—228.
100. Шварц С. С. Экология человека: новые подходы к проблеме «Человек и природа».— Наука и жизнь, 1976, № 11, с. 86—94.
101. Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.
102. Шиятов С. Г. Сверхвековой цикл в колебаниях индексов прироста лиственницы (*Larix sibirica*) на полярной границе леса.— В кн.: Биоэкологические основы дендрохронологии. Вильнюс; Л., 1975, с. 47—53.
103. Шиятов С. Г. Климатогенные смены лесной растительности на верхнем и полярном пределах ее произрастания: Автореф. дис... докт. биол. наук. Свердловск, 1981. 57 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора 3
Введение 5

ГЛАВА I. Геологическая история Южного Ямала и его современное геологическое строение 10

ГЛАВА II. География и гидрология Южного Ямала в голоцене. Характеристика водосборного бассейна р. Хадыты . . 15
Строение долины р. Хадыты и ее притоков, элементы динамики русла, палеогидрология и периодизация. . . . 16
Структура и динамика водораздельных пространств . . 25

ГЛАВА III. Основные черты лесообразовательного процесса в долинах р. Хадыты и ее притоков 30
Современное состояние хадытинского таежного комплекса (статистические данные) 30
Генетическая классификация типов леса хадытинского таежного массива 35
Региональные биологические свойства лесообразующих древесных пород. Популяционная природа видов растений. 46

ГЛАВА IV. Структурно-функциональная организация лесных, луговых, болотных, тундровых, речных и озерных биоценозов хадытинского комплекса 50
Структурно-функциональная организация луговых биоценозов долины р. Хадыты 51
Структурно-функциональная организация кустарниковых зарослей 55
Структурно-функциональная организация лесных биоценозов 57
Структурно-функциональная организация болотных ценозов 61
Структурно-функциональная организация тундровых ценозов в долине р. Хадыты и ее притоков 63
Структурно-функциональная организация озерных экосистем 66
Структурно-функциональная организация экосистемы собственно р. Хадыты 74

ГЛАВА V. Элементы взаимодействия между смежными биоценозами. Хадытинский комплекс как единая и целостная экологическая макросистема 76
Взаимодействия между смежными биоценозами комплекса. Бассейны Хадыты как единая целостная экосистема . . 76

ГЛАВА VI. Дендрохронологическая индикация русловых процессов. Климатологические тенденции и прогнозы 86
Динамика леса на свежем аллювии Хадыты 100
Региональные климатологические ритмы 107

ГЛАВА VII. Предвидимое будущее экосистемы бассейна р. Хадыты в свете новейших технико-экономических тенденций в освоении Севера 112

127

Сельское хозяйство, лесоэксплуатация, оленеводство, охотничий и рыбный промыслы 112
Нефтегазодобыча 115
Транспорт нефти и газа 116
Промышленное и гражданское строительство . . . 118
Задачи дальнейших исследований (вместо заключения). 120
Литература 122

Владимир Васильевич Плотников

**ДИНАМИКА
ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ
СУБАРКТИКИ**

Рекомендовано к изданию
Ученым советом
Института экологии растений и животных
и РИСО УНЦ АН СССР

Редакторы Т. П. Бондарович, В. А. Мещеряков
Обложка художника М. Н. Гарипова
Техн. редактор Н. Р. Рабинович
Корректоры Г. Н. Старкова, О. П. Естишина

Сдано в набор 3.10.83. Подписано в печать 11.05.84. НС 11134. Гарнитура литературная. Печать высокая. Формат 60×90 1/16. Бумага типографская № 2. Усл. печ. л. 8,0. Уч.-изд. л. 9. Тираж 700. Заказ 543. Цена 1 р. 40 к.

РИСО УНЦ АН СССР. Свердловск, ГСП-169,
ул. Первомайская, 91.
Типография из-ва «Уральский рабочий»,
Свердловск, пр. Ленина, 49.