

УДК 911.52 (571.512)

**Л. Н. ПУРДИК, Д. В. ЗОЛОТОВ, С. Н. БАЛЫКИН**

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

## **СТРУКТУРА И ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ПРОЕКТИРУЕМОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЭВЕНКИЙСКОЙ ГЭС**

*На основании крупномасштабного картографирования ключевых участков рассматривается ландшафтная структура долины р. Нижней Тунгуски и прилегающих территорий на уровне урочищ. Установлены тенденции прогнозируемых преобразований ландшафтов в связи с предполагаемым созданием водохранилища Эвенкийской ГЭС.*

Ключевые слова: *долина реки, ландшафтная структура, типы урочищ, зона затопления, трансформация геосистем.*

*Based on a large-scale mapping of the key plots, we examine at the level of stows the landscape structure of the Lower Tunguska river valley and neighboring territories. The study revealed tendencies of forecasted landscape transformations in connection with the planned formation of the Evenkiiskaya Hydro reservoir.*

Keywords: *river valley, landscape structure, types of stows, impounding zone, transformation of geosystems.*

### **ВВЕДЕНИЕ**

Бассейн р. Нижней Тунгуски привлекает внимание исследователей-природоведов в связи с планируемым строительством Эвенкийской ГЭС и крупнейшего водохранилища в ее долине, что со временем приведет к значительным изменениям природной среды региона. Створ плотины намечается в районе пос. Бол. Порог (120 км от устья); длина зоны затопления составит 1230 км, ширина — от 3 до 15 км, площадь зеркала воды — 9400 км<sup>2</sup>. Подъем воды превысит современный уровень реки более чем на 100 м.

© 2011 Пурдик Л. Н. (pln@iwep.asu.ru), Золотов Д. В. (zolotov@iwep.asu.ru), Балыкин С. Н. (BalykinS@rambler.ru)

Ландшафты бассейна Ниж. Тунгуски отображены на мелкомасштабных картах [1, 2], а на территорию зоны водохранилища В. И. Булатовым составлена рабочая ландшафтная карта в м-бе 1:500 000 (фонды ИВЭП СО РАН). Однако для достоверного анализа и прогноза техногенно обусловленных трансформаций природной среды необходимы более глубокая проработка ландшафтной структуры территории и, соответственно, переход на более крупный масштаб картографирования. В ландшафтоведении при постановке задачи детального изучения ландшафтной структуры принято использование ключевых участков. Особенно широко этот подход применялся в последней трети XX в. при развитии теории топогеосистем (внутриландшафтных подразделений). Суть метода «ключевых участков» заключается в углубленном изучении структуры, внутриландшафтных процессов, природных режимов (функционирование и динамика геосистем) какой-либо небольшой территории с последующей экстраполяцией результатов исследований на региональный уровень.

Данный подход активно использовался и развивался преимущественно иркутскими географами под руководством В. Б. Сочавы, создавшего учение о геосистемах [3]. При этом достаточно глубоко изучались особенности и закономерности структуры и природных режимов степных, лесостепных и таежных геосистем Приангарья, Минусинской котловины, КАТЭКа, Сосьвинского Приобья, Забайкалья и других регионов.

### КЛЮЧЕВЫЕ УЧАСТКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

«Ключевой» подход использовался нами при исследовании бассейна р. Ниж. Тунгуски в зоне проектируемого затопления и на прилегающих территориях. По долине были выбраны четыре ключевых участка, относительно равномерно размещенных на ее отрезке длиной около 900 км, от устья до р. Нидым (левый приток) (рис. 1). Каждый из них пересекает долину реки вкрест простираения и ограничен ближайшими водоразделами. Ключевые участки (полигоны-трансекты) имеют длину 12–17 км при ширине 3 км.

На данные полигоны составлены крупномасштабные (м-б 1:50 000) ландшафтные карты с отображением на них типов урочищ; охарактеризованы ландшафтные профили. При изучении ландшафтного строения и составлении карт использовались топокарты м-бов 1:200 000 и 1:50 000, отмеченные выше ландшафтные карты, геологическая карта м-ба 1:200 000, крупномасштабные геологические разрезы, литературные источники [4–7], а также данные собственных полевых исследований на юге плато Путорана и сотрудников лаборатории биогеохимии ИВЭП СО РАН по долине Ниж. Тунгуски.

Легенды карт полигонов-трансектов согласованы с подразделениями природных комплексов упомянутой ландшафтной карты м-ба 1:500 000. На каждый полигон-трансект составлены текстовая легенда типов урочищ и сводная расширенная матричная легенда, в которой дается развернутая характеристика всех ландшафтных подразделений, детализируются показатели основных природных компонентов. В качестве примера приводим сведения по одному из участков — Дэтэктэ: план полигона с профилем и описание типов урочищ (рис. 2).

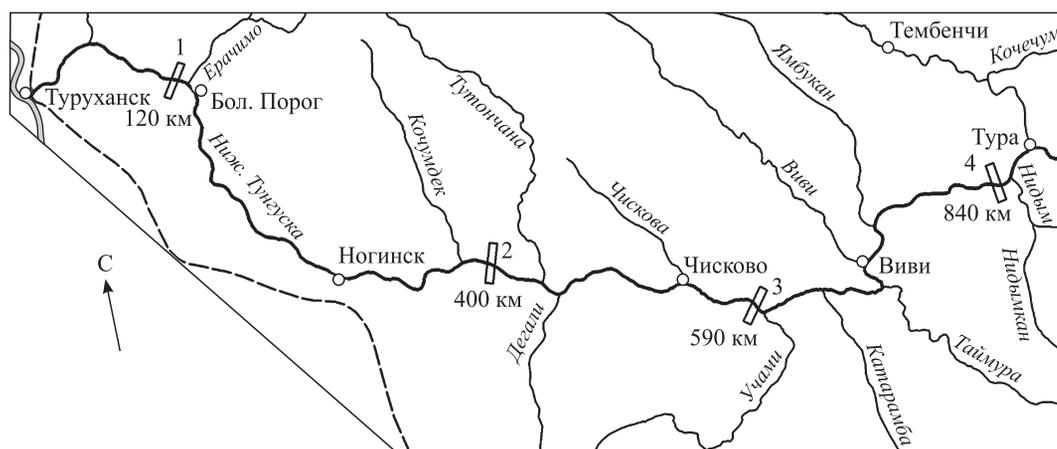


Рис. 1. Местоположение ключевых участков.

Штриховая линия — западная граница бассейна Ниж. Тунгуски. Ключевые участки: 1 — Бол. Порог, 2 — Дэтэктэ, 3 — Учами, 4 — Нидым.

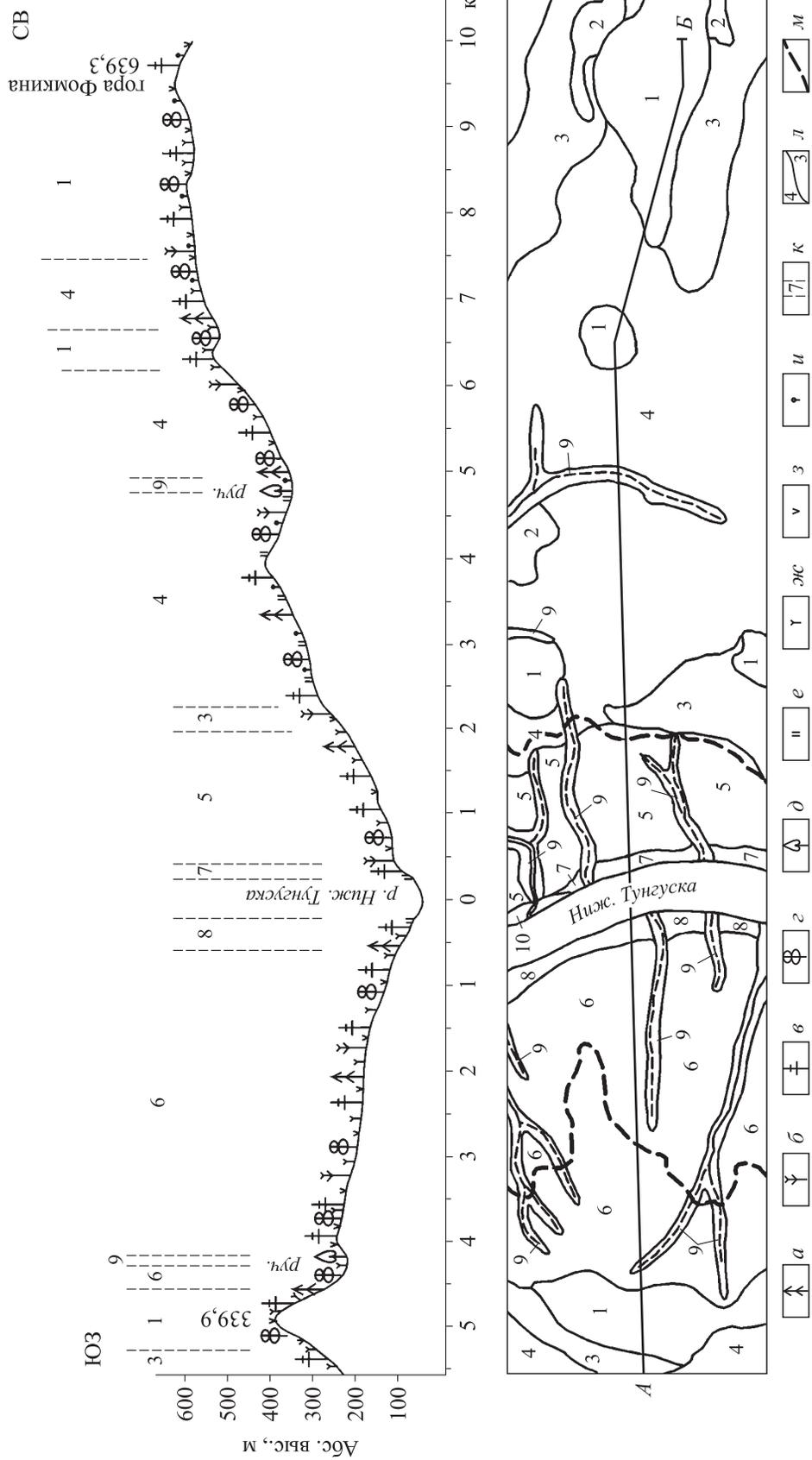


Рис. 2. Ландшафтный профиль и полигон-трансект Дэтыктэ.

А-Б — профиль. Растительность: а — ель, б — кедр, в — лиственница, г — береза, д — лиственное мелколесье, е — разнотравье, ж — кустарник, з — мох, и — лишайник; к — проекция границ и номера типов урочищ. Полигон: л — границы и номера (1–10) типов урочищ, м — границы проектируемого волохранилища.

1. Выпуклые структурно-денудационные округлые и гребневидные щебнистые поверхности, сложенные долеритами и габбро-долеритами, с низкорослыми листовичными, березово-лиственничными мохово-лишайниково-кустарничковыми и ерниковыми лесами на мерзлотно-таежных (обычных) и маломощных каменистых почвах.
2. Привершинные крутые и обрывистые склоны с щебнисто-грубообломочными россыпями, сложенные долеритами и габбро-долеритами, с редкими низкорослыми листовичными и разреженным лишайниково-мелкотравным покровом на слабозвитых почвах.
3. Привершинные крутые склоны различных экспозиций, сложенные долеритами, габбро-долеритами, туфами и базальтами, щебнистые, местами со скальными выходами, с редкостойными листовичными и березово-лиственничными мохово-лишайниково-кустарничковыми и ерниковыми лесами на мерзлотно-таежных маломощных каменистых почвах.
4. Склоны и гребни покатые и пологие различных экспозиций, сложенные долеритами, габбро-долеритами, туфами, базальтами и аргиллитами, с березово-лиственничными, местами березовыми, кустарничково-зеленомошными лесами с примесью кедра и ели на мерзлотно-таежных глеевых почвах.
5. Склоны придолинные средней крутизны, сложенные водно-ледниковыми валунными супесями, суглинками, галечниками, глинами и песками, с березово-лиственничными и листовичными кустарничково-зеленомошными лесами с примесью кедра и ели на мерзлотно-таежных глеевых почвах.
6. Склоны придолинные пологие волнистые, сложенные туффитами, туфами, аргиллитами и известняками, с листовичными кустарничково-зеленомошными лесами с примесью березы, кедра и ели, участками разреженных кустарничково-сфагновых лесов, ерников и осоково-кустарничково-сфагновых болот на мерзлотно-таежных глеевых и болотных торфяно-глеевых почвах.
7. Поверхность террасовая крутая, сложенная песчано-глинистыми с галечником отложениями, с редкостойными листовичными травяно-кустарничковыми лесами с примесью кедра и березы на мерзлотно-таежных оглеенных почвах.
8. Пойма пологая расчлененная, сложенная песчано-галечниковыми отложениями, с елово-лиственничными кустарничково-разнотравными и разнотравными лесами, кустарничковыми зарослями и закустаренными разнотравно-злаковыми лугами на слабозвитых пойменных почвах.
9. Долины и лога постоянных и временных водотоков, сложенные долеритами, габбро-долеритами, туфами и базальтами, с березово-еловыми осоково-кустарничково-сфагновыми лесами, листовичниками ерниковыми и мохово-кустарничково-лишайниковыми, прирусловым древесно-кустарничковым мелколесьем из ивы, березы, ольхи, черемухи, рябины на мерзлотно-таежных оглеенных и маломощных каменистых почвах.
10. Галечниково-песчаные отмели в руслах крупных рек с разреженной растительностью пойменного эфемертума.

Участок Дэткыктэ находится в средней части долины Ниж. Тунгуски, в 400 км от ее устья (см. рис. 1). Полигон простирается в направлении ЮЗ–СВ, имеет размеры 16 × 3 км.

Рельеф в целом низкогорный с абсолютными высотами от 200 до 500 м. В правобережной части наиболее высокие структурно-денудационные вершины на полигоне-трансекте достигают 639,3 м (гора Фомкина) и 582,6 м; в левобережье высоты ниже, максимальная вершина — 399,9 м. В окрестностях за полигоном есть высоты выше и ниже указанных. Расстояние от русла Ниж. Тунгуски до ближайших водораздельных вершин составляет 4500 м (левобережье) и 2300 м (правобережье). Уровень р. Ниж. Тунгуски — 70 м над ур. моря.

#### **ЛАНДШАФТНО-СТРУКТУРНОЕ СОПРЯЖЕНИЕ ГЕОСИСТЕМ ИССЛЕДУЕМОЙ ЗОНЫ БАСЕЙНА НИЖНЕЙ ТУНГУСКИ**

Отрезок долины с прилегающими территориями (коренными склонами) до ближайших водоразделов условно назван «котловинной частью бассейна». Ландшафтные исследования на ключевых участках позволили выявить некоторые общие закономерности ландшафтного устройства этой зоны. Так, по ландшафтной структуре основные ее участки различаются несущественно, можно отметить однотипность пространственного строения и сопряжения топогеосистем по всем поперечным профилям.

Метрические параметры данной зоны следующие: общая ширина (левобережная + правобережная) в разных местах изменяется от 6 до 15 км; расстояния в плановой проекции от русла реки до ближних водораздельных поверхностей на обеих сторонах долины составляют от 2 до 10 км; превышения водоразделов над урезом воды реки — от 200 до 600 м.

Наиболее высокие поверхности рельефа — выпуклые вершины с мягкими очертаниями, округлые или вытянутые в плановой проекции (гребневидные). Они сложены триасовыми трапами: оливиновыми, толеитовыми и порфиоровыми долеритами и габбро-долеритами. На других ключевых

участках в составе геологических пород на подобных местоположениях встречаются базальты с прослоями туфов и вулканокластово-осадочных пород, туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты. В большинстве случаев вершинные поверхности заняты горными мохово-лишайниковыми тундрами с разреженным лиственничным древостоем, ерниками.

Наиболее повышенные вершины представляют собой гольцы — каменные россыпи с грубо- или мелкообломочным материалом, с дресвянисто-мелкоземистым заполнителем или без него. Местами встречаются скальные выходы и курумы. Тундровая растительность здесь фрагментарна, деревья низкорослые, единичные или отсутствуют. Под лесными сообществами сформировались мерзлотно-таежные обычные и маломощные каменные почвы.

Встречаются вершины с уплощенным рельефом и локальными мезопонижениями, в которых сформировались озера размером в несколько сотен квадратных метров. Вершинные поверхности зачастую со всех или некоторых сторон круто обрываются к нижележащим довольно крутым склонам, что обусловлено специфической столбчатой отдельностью базальтовых пород. У подножий крутых или обрывистых склонов, как правило, находится грубообломочный коллювий, состоящий в основном из разновидностей базальтового состава.

Привершинные склоны различной экспозиции характеризуются значительными уклонами поверхностей — 30–45°. Они сложены изверженными породами и покрыты редкостойными, преимущественно лиственничными лесами. В древесном ярусе местами присутствуют в небольшом количестве береза, ель, редко — кедр. Почвы, как и на вершинных поверхностях, маломощные, щебнистые мерзлотно-таежные.

Геосистемы вершинных и привершинных поверхностей в структурно-динамическом отношении характеризуются высокой степенью неустойчивости (*серийные*). Для них характерно интенсивное разрушение литогенного компонента процессами физического выветривания, в том числе морозным, и интенсивный механический снос материала.

Крутые склоны вершин плавно переходят ниже по рельефу в более пологие — 20–15°. Практически повсеместно они сложены разновидностями триасовых базальтов и туфов, а на некоторых территориях — пермскими песчаниками, алевролитами, аргиллитами, углями, конгломератами и др.

В отличие от вершинных поверхностей, на которых преобладают гольцы и тундры, эти склоны заняты таежными растительными сообществами. Основными (зональными) древесными породами являются лиственница (*Larix sibirica*, *L. gmelinii*) и береза (*Betula pubescens*). Во многих местах в древесном ярусе большое участие принимают ель (*Picea obovata*) и кедр (*Pinus sibirica*). Напочвенный покров — кустарничково-зеленомошный, кустарничково-сфагновый, травяно-кустарниковый, ерниковый. Почвы на таких склонах обычно мерзлотно-таежные маломощные каменные, местами (по сырым участкам) оглеенные. Эти геосистемы более устойчивые по сравнению с вышерасположенными серийными урочищами и в структурно-динамическом отношении относятся к *полусерийным*.

Нижерасположенные склоны — древние высокие террасы Пра-Тунгуски (абс. высоты от 85 м и выше) — сложены разновозрастными аллювиальными, флювиальными гравелисто-галечниковыми, песчаными, глинистыми отложениями, а также озерно-ледниковыми и моренными супесчано-суглинистыми отложениями, под которыми находятся изверженные породы преимущественно базальтового состава.

Уклоны поверхностей здесь уменьшаются до 15–8° (местами склоны совсем выположены) при общем незначительном уклоне к реке. Встречаются понижения, на которых в современное геологическое время сформировались осоково-сфагновые болота. Топогеосистемы покатых (25–15°) склонов по сравнению с вышерасположенными серийными и нижерасположенными коренными топогеосистемами можно отнести к категории *полукоренных* структур.

Вниз по рельефу высокая терраса плавно переходит в низкие надпойменные террасы реки, занимающие высоты 40–45 и 20–25 м. Уклоны поверхностей здесь уменьшаются до 10–3°. Генетически террасы сложены аллювиальными галечниковыми, супесчаными, песчано-галечно-глыбовыми и щебеночно-глинистыми отложениями. На них распространены лиственничные зеленомошные, сфагновые и долгомошные леса, ельники мохово-лишайниковые с кустарниками, лиственнично-березовые леса и другие растительные сообщества.

Топогеосистемы пологих придолинных склонов и высоких террас характеризуются относительно высокой устойчивостью и относятся к *коренным* структурам. Их динамическая неустойчивость в некоторой степени обусловлена процессами солифлюкции почвенно-грунтовых масс. В мелкодолинно-ложбинных местоположениях постоянных и временных водотоков склонов развиты березово-еловые осоково-кустарничково-сфагновые леса, лиственничники ерниковые и мохово-кустарничково-лишайниковые.

В прирусловой части Ниж. Тунгуски фрагментарно сформирована пойма. Местами она занята закустаренным мелколесьем из ив, березы, осины, ольхи, черемухи, рябины, а в некоторых местах представляет собой лишенные растительности песчаные отмели или покрыта группировками поймен-

ного эферетума. Пойменные геосистемы — это наиболее неустойчивые, с относительно быстрой перестройкой структуры по сравнению с другими геосистемами, слагающими всю долинную и придолинную территорию бассейна.

## ДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИЯ ГЕОСИСТЕМ

Природные режимы (многолетний ход процессов) в бассейне Ниж. Тунгуски после создания водохранилища будут изменены в различной степени: очень слабой, слабой, сильной и очень сильной. Две последних категории изменений в географической литературе принято обозначать как «трансформацию» ландшафтов. Изменения, происходящие в пространстве в связи с созданием водохранилища, можно рассматривать по двум зонам: зона трансформации в затопляемой части долины, где произойдет преобразование наземных геосистем в подводные, и зона изменений наземных геосистем на участках, прилежащих к будущему зеркалу водохранилища.

Преобразование наземных геосистем (поймы и низких террас) долины Ниж. Тунгуски в подводные (за счет поднятия уровня воды в русле) выразится в коренном изменении их функционирования, которое будет определяться гидрологическим режимом реки и деятельностью геотехнической системы. Дальнейшие геохимические, биохимические и другие процессы будут определяться их взаимодействием с водно-проточной массой водохранилища. По мере заполнения водохранилища и поднятия уровня воды будут происходить подтопление и оттаивание мерзлоты почвенно-грунтовой толщи, и постепенное ее насыщение водой, а следовательно, активное выщелачивание из верхних горизонтов почв легкорастворимых соединений. Таким образом, качество воды водохранилища в значительной мере будет определяться геохимическими свойствами почвенно-грунтовых масс, которые станут ложем водохранилища, а также затопленной растительности.

Преобразования в прилежащих к будущему водохранилищу (наземных) геосистем целесообразно рассматривать по двум зонам — близкой к водохранилищу (прибрежной) и отдаленной. Ближняя зона будет ограничена пределами от уреза воды водохранилища до ближайших водоразделов соответственно на левобережье и правобережье данной низкогорной территории бассейна Ниж. Тунгуски. Ширина этой зоны по обеим сторонам зеркала водохранилища колеблется в различных местах долины от 2 до 10 км.

Граница между прибрежной и отдаленной территориями весьма условна в связи со свободным обменом приземных воздушных масс. Тем не менее границу между этими зонами по первому от водохранилища водоразделу можно считать обоснованной, так как долина реки с прилегающими территориями (коренными склонами) до водоразделов геоморфологически является своеобразной котловинной формой макрорельефа. Котловинный эффект проявляется в относительном застаивании воздушных масс в данной зоне в определенные периоды годового режима. Особенно это характерно при температурных инверсиях атмосферы в холодный период года.

Застаивание воздушных масс обуславливает насыщение их влагой от зеркала воды. Таким образом, показатели влагонасыщения воздушных масс здесь многократно будут превышать таковые параметры приземного воздуха на отдаленных территориях бассейна. В теплое время года процесс будет сопровождаться некоторым увеличением годового количества атмосферных осадков, а в холодное — образованием туманов.

Увеличение влажности воздушных масс и осадков в ближней зоне приведет к увеличению содержания влаги в почвах и сносу материала (геохимического стока) в водохранилище. Здесь, в прибрежной зоне, можно ожидать некоторое сглаживание температурных контрастов в разрезе их суточных, сезонных и годовых проявлений. Следовательно, возможно некоторое общее повышение среднегодовых температур, т. е. будет наблюдаться отепляющий эффект, который при воздействии на ландшафты с течением времени проявится в увеличении глубины сезонного оттаивания многолетнемерзлых пород, интенсификации процессов солифлюкции и сноса материала в ложе водохранилища, что приведет к постепенному изменению химического состава и минерализации воды водохранилища.

Согласно учению о геосистемах, в эволюционном развитии серийные геосистемы характеризуются тенденцией перехода в устойчивое состояние, т. е. их эволюционно-динамические тренды направлены в сторону коренных состояний. В данном случае вмешательство человека в режим природных ландшафтов приведет к обратному эффекту их эволюции — топогеосистемы ближней зоны (урочища надпойменных террас и нижних придолинных пологих и покатых склонов) будут переходить из устойчивых состояний (коренного и полукоренного) к неустойчивому (серийному).

В этой связи можно отметить, что проявление данной структурно-динамической тенденции — процесс очень длительный, порядка многих десятков лет. В первые же десятилетия при наполнении водохранилища наиболее существенные трансформации топогеосистем будут происходить в зоне взаимодействия водной массы с затопленными (бывшими наземными) ландшафтами. В отдаленной зоне бассейна, за пределами первой водораздельной линии, процессы влияния водохранилища будут проявляться незначительно, без значительных изменений геосистем.

## ВЫВОДЫ

Изучение ландшафтной структуры зоны проектируемого водохранилища бассейна Ниж. Тунгуски на ключевых участках позволило выявить, что однотипность геолого-геоморфологического строения и высотно-поясной дифференциации почвенно-растительного покрова котловинной части бассейна на всем изученном протяжении характеризует эту территорию как относительно однородную со сходными тенденциями прогнозируемых естественных и антропогенных изменений ландшафтов.

Установлен процесс трансформации наземных геосистем ложа водохранилища в аквальные, при этом качество воды будет определяться взаимодействием водно-проточной массы, почвенно-грунтовой толщи и затопленной растительности.

Антропогенные изменения ландшафтов прибрежной зоны в результате увлажняющего и отепляющего воздействия водохранилища в долгосрочной перспективе приведут к увеличению геохимического стока, постепенному изменению химического состава и повышению минерализации воды.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ландшафтная** карта СССР. М 1:2 500 000 / Отв. ред. И. С. Гудилин. — Л.: ВСЕГЕИ, 1980. — 16 л.
2. **Ландшафтная** карта СССР. М 1:4 000 000 / Отв. ред. А. Г. Исаченко. — Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. — 4 л.
3. **Сочава В. Б.** Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.
4. **Дойхон Г. П.** Карта растительности. М 1:7 500 000 // Атлас Красноярского края и Республики Хакасии. — Новосибирск: Новосиб. картограф. фабрика Роскартографии, 1994. — С. 36–37.
5. **Калашников Е. Н.** Тенденции развития таежных лесов. М-б 1:15 000 000 // Атлас Красноярского края и Республики Хакасии. — Новосибирск: Новосиб. картограф. фабрика Роскартографии, 1994. — С. 38.
6. **Плешиков Ф. И., Каплунов В. Я., Токмаков С. В. и др.** Структура фитомассы и годовая продукция северных лесов // Лесные экосистемы Енисейского меридиана. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. — С. 73–84.
7. **Прокушкин С. Г., Абаимов А. П., Прокушкин А. С., Масыгина О. В.** Биомасса напочвенного покрова и подлеска в лиственных лесах криолитозоны Средней Сибири // Сиб. экол. журнал. — 2006. — № 2. — С. 131–139.

*Поступила в редакцию 26 февраля 2010 г.*