

РГБ ОД

На правах рукописи

12 АПР 1999

БАЛДАНЖАВЫН АРИУНСАН

РЕГИОНАЛЬНЫЙ И ЛОКАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ
ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩА
НА р. ТОЛЕ (Монголия)

04.00.07 - Инженерная геология,
мерзлотоведение и грунтоведение

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук

Улан-Батор - Москва

1999 г

Работа выполнена на кафедре геологии и минералогии Монгольского Народного университета и в Производственном и научно-исследовательском институте по инженерным изысканиям в строительстве(ПНИИИС) Госстроя России.

Научный руководитель	доктор геолого-минералогических наук, профессор Р.С.Зиангиров
Официальные оппоненты:	доктор геолого-минералогических наук Н.Л. Шешеня кандидат геолого-минералогических наук В.И. Васильев
Ведущая организация	Всероссийский научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии(ВСЕГИНГЕО)

Защита состоится 13 апреля 1999г в 13 час.30 мин. на заседании диссертационного совета К 033.11.01 в Производственном и научно-исследовательском институте по инженерным изысканиям в строительстве (ПНИИИС) Госстроя России по адресу: 105058, Москва, Окружной проезд,18.

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ПНИИИС.

Автореферат разослан 12 марта 1999г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просим высылать по указанному адресу ученому секретарю совета.

Ученый секретарь Диссертационного совета
кандидат геолого-минералогических наук

О.П.Павлова

Д 623 128.2, 0
Д 9(54540) 823, 0

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Для территории Монголии одной из приоритетных задач в современных условиях является развитие дешевой энергетики посредством строительства гидроузлов при одновременном решении проблем регулирования горных рек и создания горных водохранилищ для обеспечения страны водой. Выполнение регионального и локального прогноза переработки берегов будущего водохранилища на р. Тола в Монголии, по результатам инженерно-геологических изысканий, является научной основой и обоснованием целесообразности такого строительства. Научные исследования по решению отмеченной задачи для условий Монголии являются пионерными и весьма актуальными. Исходя из опыта эксплуатации водохранилищ России, процессам переработки берегов подвержены не менее 36% их общей протяженности. Переработка берегов водохранилищ обычно сопровождается уничтожением земель, пригодных для сельскохозяйственного использования, разрушениями дорог, лесных массивов и других экономически и социально важных объектов. Безвозвратные потери земель и лесов являются также первопричиной экологической катастрофы - загрязнения воды продуктами биохимического разложения древесины, попадающей в водохранилище. Предлагаемые исследования направлены на уменьшение социальных, экономических, экологических и других потерь страны от переработки берегов проектируемого Тольского водохранилища. Этим определяется актуальность выполненных автором исследований.

Цель работы состоит в составлении прогноза переработки берегов Тольского водохранилища с учетом их генетических типов, инженерно-геологических, инженерно-гидрологических и гидрогеологических условий, мерзлотных условий и природных процессов на берегах водохранилища при заданных уровнях его сработки.

Основные задачи работы сводятся к следующим:

1. Оценка природных условий (инженерно-геологических, инженерно-гидрологических, климатических и других) берегов водохранилища с их уточнением на участках предполагаемой интенсивной переработки берегов.
2. Инженерно-геологическое районирование территории водохранилища по основным факторам процессов переработки берегов водохранилища.

3. Обоснование методики и составление локального и регионального прогноза переработки берегов водохранилища.

На защиту выносятся такие основные положения:

1. Процессы переработки берегов развиваются под воздействием трех основных групп факторов. Это: факторы среды; факторы естественного изменения состояния и свойств среды и факторы техногенного изменения среды. Поскольку территория Тольского водохранилища практически не освоена, то факторы третьей группы на интенсивность развития данных процессов не оказывают существенного влияния. К факторам первой группы относятся климатические, гидрометеорологические, геоморфологические условия долины р. Толы; литолого-генетические комплексы пород, вскрытые склонами, их инженерно-геологические свойства и состояние; структуры (складчатые и разрывные). К факторам второй группы отнесены новейшие и современные тектонические перемещения, включая сейсмичность, экзогенные геологические процессы.

2. Инженерно-геологическое районирование прибрежных территорий водохранилища направлено на выделение таксонов, квазиоднородных по условиям развития процессов переработки их берегов. Основным признаком выделения районов являются наборы литолого-генетических комплексов пород, сформировавшихся в одинаковых геотектонических, климатических, гидрохимических условиях и испытавших одинаковую степень вторичных изменений (преобразований) процессами диагенеза и гипергенеза. В пределах территории районов подрайоны выделяются по геоморфологическим условиям распространения вышеуказанных литолого-генетических комплексов пород в зоне и вне зоны воздействия будущего водохранилища. Инженерно-геологические участки обособляются по признакам строения толщи пород в зоне влияния водохранилища и за ее пределами. Выделение участков в зоне влияния водохранилища осуществляется также с учетом таких инженерно-геологических и гидрометеорологических групп признаков, в которых суммарно отражены многолетние воздействия энергий волнения и характер движения наносов в акватории водохранилища.

3. Прогнозы переработки берегов водохранилища составляются для отдельных локальных участков-профилей, так называемых "ключевых участков," которые используются в качестве инженерно-геологических моделей строения склонов и условий их переработки после создания водохранилища. Они являются

природными аналогами при региональных прогнозах, а их результаты распространяются на квазиоднородные (по условиям развития процессов переработки берегов) инженерно-геологические участки, обособленные при районировании. Значения данных прогнозов следует рассматривать как ориентировочную оценку интенсивности развития рассматриваемых процессов. Точность такой оценки зависит от степени схематизации при выделении таксонов районирования.

Научная новизна работы заключается:

в уточнении климатических, гидрометеорологических и инженерно-геологических факторов переработки берегов, впервые осуществленных для условий проектируемого Тольского водохранилища;

в выделении квазиоднородных, по условиям развития процессов переработки берегов водохранилища, таксонов инженерно-геологического районирования и составлении для каждого таксона прогнозов переработки берегов;

в критическом анализе и применении существующих методик изучения и прогнозирования переработки берегов на примере Тольского водохранилища;

в разработке предложений по организации стационарных режимных наблюдений за переработкой берегов водохранилища на р.Толе и по усовершенствованию теории и методологии их прогнозирования.

Исходные данные и личный вклад в исследования по защищаемой работе.

Автором проанализированы и критически обработаны материалы инженерных изысканий, проводимых экспедициями Производственного и научно-исследовательского института инженерных изысканий в строительстве (ПНИИИС) Госстроя СССР-РФСР (1980-1989 гг.) и Гидропроекта Минэнерго СССР-РФСР (1985-1989 гг.), собственные исследования в период с 1990 по 1996 гг. При этом особое внимание уделялось изучению состава, мощности, свойств различных литолого-генетических типов пород, их структурно-текстурных особенностей в различных приповерхностных зонах выветривания, климатических и гидрометеорологических факторов, гидрогеологических и мерзлотных условий. При построении серии промежуточных и окончательных, рабочих, инженерно-геологических карт, разрезов к ним, характеристике состояния и свойств пород разных формаций использовались также результаты геофизических работ различных организаций.

Практическое значение и реализация результатов работы. Выполненные автором научные исследования по предложенной теме являются первыми региональными работами для условий Монголии. Роль результатов этих специализированных исследований необычайно важна для решения практических

задач проектирования, строительства и эксплуатации гидротехнических сооружений на горных реках Монголии. По результатам ориентировочных прогнозов переработки берегов водохранилища могут быть приняты соответствующие правительственные решения по расселению и использованию прибрежных территорий в зонах затопления водохранилища и подтопления. Это позволит избежать значительных материальных и социальных потерь, предусмотреть защитные предупредительные мероприятия по недопущению проявлений экологически опасных и высокоущербных природных процессов. Результаты данных прогнозов и региональных исследований могут быть использованы в других регионах Монголии со сходными природными условиями. Впервые для долины р.Толы составлены карты инженерно-геологического районирования территории будущего водохранилища по условиям развития процессов переработки его берегов в масштабе 1:25 000 и инженерно-геологических условий левобережного участка интенсивной переработки склонов (масштаб 1:5 000).

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на научных конференциях и симпозиумах.

Публикации. Основные результаты работы опубликованы в 9 печатных работах, изложены в 3 производственных отчетах, отражены в 2 специальных картах.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на 162 страницах текста, включающих введение, 4 главы и заключение. В ней содержится 15 таблиц, 9 рисунков и список литературы из 52 наименований.

Диссертация выполнялась на кафедре геологии и минералогии Монгольского народного университета, а также в ПНИИИСе Госстроя России под руководством д.г.-м.н. профессора Р.С.Зиянгирова. Автор глубоко признателен своему научному руководителю и коллегам по совместной работе за советы и постоянную помощь в работе.

Глава I. КЛИМАТИЧЕСКИЕ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩА.

Среднегодовая температура воздуха составляет $+3,1^{\circ}\text{C}$ при абсолютном максимуме в июле $+39^{\circ}\text{C}$ и минимуме в декабре -49°C . Годовая сумма осадков равна 261 мм: 90% их выпадает в период с мая по сентябрь. По данным метеостанции г. Улан-Батора, в районе водохранилища в безледоставный период преобладают ветры северо-западного и восточного направлений, действующие соответственно 17% и 13% времени. Значительная часть безледоставного периода

(37°) характеризуется безветренной погодой. Преобладающие скорости ветров здесь изменяются от 1-2 до 9-10 м/с. Расчет высоты ветровых волн осуществлялся с помощью номограммы А.П. Браславского. Высоты волн, образующихся при скоростях ветра, не указанных в номограммах, определялись посредством интерполяции. Энергия волнения, соответствующая различной высоте и продолжительности действия волн, определялась по номограммам Е.Г. Качугина. Установлено, что максимальные высоты волн на большей части акватории водохранилища создадут ветры северо-западного и западного направлений при скорости 28 м/с. Высоты волн до 2 м при этом будут наблюдаться в нижней части водохранилища, имея разгон длиной 3,0-3,3 км; волны высотой 2,1-2,6 м будут иметь место в средней части при длине разгонов 3,7-5,4 км. Южные направления ветров, проявляющиеся здесь редко, вызовут волны высотой 2,5-2,7 м при разгонах около 5-6 км. Высоты "рабочих" волн (по расчету) изменяются от 0,2 до 0,66 м, составляя средние значения 0,3-0,4 м. Поскольку ветры северного и северо-западного направлений для Тольского водохранилища преобладают, то они определяют величину и характер волноэнергетического воздействия на береговые склоны.

В условиях значительной извилистости береговой линии водохранилища перемещения наносов в его акватории будут иметь локальное проявление. Их перемещения на большие расстояния не ожидаются и вдоль береговой линии. Разрушенный и размывтый крупнообломочный и песчаный материал будет аккумулироваться, в основном, в тыловых частях затопленных пойм и, частично, на поверхности прибрежной отмели.

Проектируемое водохранилище по своим эксплуатационным параметрам характеризуется сезонно-многолетним регулированием стока. Его акватория по особенностям уровня режима условно разделена на такие гидрологические зоны: нижнюю, среднюю и верхнюю; в отдельную зону выделены заливы в устьевых частях крупных притоков р.Толы (р.Налайхэнгол, ур.Хуандайнам). Условной границей между нижней и средней зонами принят уровень максимальной сработки водохранилища 1350,0 м; границей между средней и верхней зонами служит уровень сработки 50%-ной обеспеченности, равный 1375,0 м. Переработка береговых склонов в нижней и средней зонах водохранилища будет происходить в течение всего безледоставного периода. В верхней зоне продолжительность развития процессов переработки колеблется от 202 до 86 дней (на участке выклинивания водохранилища). По величине среднемноголетней

энергии волнения (Е) акватория водохранилища подразделяется на подзоны, в которых :

энергия (Е) не превышает 10 тыс.тм(правобережный участок в приплотинной части, заливы, верховья водохранилища);

Е составляет 16-20 тыс.тм (суженные участки акватории, левобережный участок, примыкающий к створу плотины);

Е изменяется в пределах 20-40 тыс.тм(средняя зона водохранилища; левобережный участок, расположенный в 1,5-2,0 км выше створа плотины);

Е изменяется от 40 до 60 тыс.тм. (левобережные участки в расширенных частях акватории,расположенные на расстоянии 1.9-3.4 км от створа плотины и вблизи устьевой части р.Налайхэнгол).

Глава 2. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ ТОЛЬСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.

Анализ данной группы факторов проводился по материалам работ экспедиции ПНИИИС в 1986-1987 гг. и инженерных изысканий для обоснования ТЭО и проекта, выполненных Гидропроектом(1987-1989 гг).

2.1. Геоморфологические факторы развития процессов переработки берегов.

В зоне воздействия данных процессов находится часть современной долины р. Толы (до русла реки) и примыкающие к ней склоны. В пределах современной долины наиболее широко развиты низкая пойма реки с отм. ее поверхности (на участке створа плотины) 1342,34-1342,84 м(ее высота не превышает 1,0-1,5 м). Высокая пойма развита спорадически в виде участков шириной 50-300 м, длиной от 0,5 до 0,8 км и выражена в рельефе нечетко. Ее высота не превышает 2,5 м.

Надпойменные террасы р. Толы (первая, вторая, третья) отделены от поймы четко выраженным уступом высотой 5-10 м, крутизной 10-20°, реже 30°. Участки распространения надпойменных террас маркируют границы древней долины ПраТолы. Вероятно, овраги, прорезающие вторую и третью надпойменные террасы, заложены по направлению древних рукавов реки, огибающих выступы палеозойского фундамента. В современном рельефе они выражены в виде вытянутых узких (150-200 м) понижений глубиной до 1,0 м. Останцы более высоких надпойменных террас в рельефе выражены слабо на отм. выше 1410 м. Поверхности террас имеют крутизну 2-4°, реже 6°; протяженность останца пятой надпойменной террасы не превышает 170 м, ширина, - 150 м; длина и ширина фрагмента шестой надпойменной террасы составляет 450 и 100 м соответственно.

Седьмая и восьмая надпойменные террасы эрозионные. Они выделяются по перегибам элювиально-делювиальных склонов. Склоны долины р. Толы, в основном, делювиального, пролювиально-делювиального, делювиально-осыпного и обвально-осыпного генезиса. Делювиальные и делювиально-пролювиальные склоны имеют крутизну от 2 до 10° с выраженной в рельефе бровкой (абс.отм.1440-1445м). Обвально-осыпные и делювиально-осыпные склоны сформированы на участках, где они вскрывают песчаники и алевролиты; их высота достигает 40-50 м и более, средняя крутизна не превышает 18-25°; исключение составляют береговые уступы в породах палеозоя, где их крутизна равна 40-45°. Склоны имеют значительную эрозионную расчлененность, слабо задернованы.

2.2. Геологические факторы развития процессов переработки берегов проектируемого водохранилища.

В пределах исследуемой территории встречены различные литолого-генетические типы дисперсных образований четвертичного возраста, которые перекрывают нерасчлененные плиоцен-четвертичные пролювиально-делювиальные отложения, слабо литифицированные породы нижнего мела и цементированные породы оргошулинской свиты средне-, верхнекаменноугольного возраста.

Литолого-генетические комплексы четвертичных образований (Q) наиболее широко представлены аллювиальными и склоновыми отложениями. Причем, первые из них слагают современную долину р. Толы, останцы разновозрастных надпойменных террас реки и ее древнее переуглубленное русло. Датировка четвертичных склоновых образований производилась с учетом их взаимоотношения с геоморфологическими элементами современной и древней долины р.Толы.

Склонами долины р. Толы вскрыты зоны тектонических нарушений IV и V порядков, классифицированные в соответствии со СНиП- 2-02-02-85. Они прослеживаются в обнажениях коренных пород, контролируются эрозионной сетью и вскрыты на различных отметках буровыми скважинами.

Нарушения IV порядка имеют северо-восточное и субширотное простирание, падение - от 40 до 80°, то есть являются складчатыми с активизацией подвижек по ним в плиоцен-четвертичное время. Их протяженность составляет 2-5 км, мощность сместителя (интенсивно измененных пород вокруг трещины) 1,5-3,0 м, зону влияния около 15-20 м (в ней отмечается серия кулисообразно замещающих трещин-сместителей). В зоне трещин-сместителей породы интенсивно раздроблены, ожелезнены и перетерты до состояния щебня и дресвы, присутствует глина

трения. Встречается также тектоническая брекчия на железисто-карбонатном цементе, слабая и средней прочности. Зоны влияния разрывов имеют повышенную трещиноватость пород; по трещинам отмечается сильное ожелезнение, хлоритизация. По зонам IV порядка установлены вертикальные перемещения с амплитудами в несколько сотен метров.

Разрывные нарушения V порядка имеют такую же ориентировку как и разрывы IV порядка. Их протяженность составляет 300-1000 м, мощность притрещинного интенсивного изменения пород - 0,5-1,0 м, ширина зоны влияния - 5-10 м. Кроме данных нарушений, отмечены многочисленные региональные тектонические трещины (VI-IX порядки) и мелкая (фоновая) трещиноватость пород.

2.3. Особенности гидрогеологических условий.

В долине р. Толы выделяется водоносный комплекс, приуроченный к: а) аллювиальным гравийно-галечниковым отложениям поймы и первой надпойменной террасы; б) аллювиально-пролювиальным суглинкам с включением гравия и гальки; в) элювиальным образованиям коры выветривания коренных пород; г) склоновым гравитационным образованиям; д) песчанникам и алевролитам.

Воды миоценовых, средне- верхнеплиоценовых, нижне-, средне-, верхнетретичных и голоценовых аллювиальных и пролювиально-аллювиальных комплексов распространены повсеместно, залегая на глубинах от 0,5 м на низкой пойме и до 10 м на надпойменных террасах или шлейфах пролювиальных образований. Водоносные горизонты имеют свободную поверхность, исключая участки, где они разделены прослоями глинистых пород, а также участки распространения многолетнемерзлых пород. Величины местных напоров составляют 0,5-4,0 м. Водоносность пород комплекса довольно высокая, составляя при понижении уровня воды в скважинах до 2,4 м - 10,2 л/с; коэффициенты фильтрации аллювия поймы в долине р. Толы достигают 300 л/сутки; дебиты родников равны 25 л/с. Минерализация вод данного комплекса колеблется в пределах 0,04-0,9 г/л. По составу они относятся к гидрокарбонатно-кальциевым, кальциево-магниевым, кальциево-натриевым; по отношению к бетону нормальной плотности воды неагрессивные, реже, слабо агрессивные.

Воды миоценовых, нижне-, среднеплиоценовых, нижне-, среднетретичных и голоценовых озерных, озерно-аллювиальных и озерно-гравитационных геолого-генетических комплексов развиты в песчаных, песчано-галечниковых и супесчаных отложениях. Мощности водоносных горизонтов изменяются от нескольких до

40 м и более. Они залегают на глубине 1-10 м, имеют свободную поверхность, редко с местным напором до 1,5 м. Дебиты родников незначительные, изменяясь от долей до 1 л/с. Коэффициенты фильтрации песчано-галечниковых образований достигают 250 м/сут. Минерализация вод горизонтов довольно высокая и возрастает от периферии (0,2 г/л) к центру завалов (382 г/л); состав вод колеблется от пресных гидрокарбонатных, гидрокарбонатно-сульфатных и натриевокальциевых, неагрессивных к бетонам нормальной плотности, до хлоридно-натриево-магниевых, с сульфатной агрессивностью к бетону и железобетону. Водоотдача пород комплекса слабая.

Воды олигоценых, миоценовых, плиоценовых, ниже-, средне-, верхнетретичных и голоценовых пролювиальных, делювиально-пролювиальных, делювиально-осыпных (обвальных), обвально-оглизовых геолого-генетических комплексов пород развиты в слабо отсортированных обломочных, дресвяно-щебенистых и глыбово-блоковых накоплениях. Коэффициенты фильтрации обломочных образований в супесчаном заполнителе достигают 0,3 м/сут. Глубина залегания вод изменяется от нескольких до 100 м, а мощность - от 3 до 60 м. Водообильность горизонтов воды весьма различна, значительно уступая водообильности горизонтов вод аллювиального комплекса. Минерализация вод изменяется в пределах 0,2-0,6 г/л. Воды гидрокарбонатные кальциево-магниевые и кальциево-натриевые, неагрессивные к бетонам нормальной плотности.

Подземные воды палеозойских отложений, заключенные в трещиноватых песчаниках и алевролитах, в пределах дна реки тесно связаны с аллювиальным комплексом. Режим вод песчаников и алевролитов, вскрываемых склонами, зависит от метеорологических факторов и, в меньшей степени, от реки. Скальные массивы характеризуются невысокой водопроницаемостью при достаточно резко выраженной фильтрационной неоднородности. Она определяется наличием разрывных тектонических нарушений и разгрузкой массивов, обусловленной врезом реки. Зоны выветривания (аллювиальный комплекс вод) и разгрузки пород массива имеет такие пределы изменений величин удельных водопоглощений (q): $q = 0,01-1,25$ л/мин при среднем значении 0,25 л/мин и коэффициенте фильтрации (K) - (0,03-4,0) м/сут при среднем значении 1,0 м/сут. Зона относительно сохранных скальных пород может считаться водупором с величинами: $q = (0,001-0,04)$ л/мин при среднем значении 0,03 л/мин; $K =$ (менее 0,03-0,12) м/сут. при среднем значении 0,10 м/сут. Зоны тектонических разрывных нарушений в скальных массивах играют дренающую роль для водоносного комплекса, залегающего в

днище долины реки. На глубинах до 10 м здесь встречены единичные случаи, когда коэффициент фильтрации скальных пород достигает 13,4 м/сут.

2.4. Геокриологические условия долины р. Тола.

Геокриологические условия исследуемой территории определяются высотной климатической зональностью, пространственным взаиморасположением тектонических блоков в новейшем и современном рельефе, крутизной их склонов, наличием древесной растительности, литологическим составом пород геолого-генетических комплексов и их обводненностью. В соответствии с этим здесь обособляются такие геокриологические зоны: *зона преимущественно сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ММП)* - занимает высокогорную часть территории. Участки с прерывистым распространением ММП здесь редки. Их нижняя граница на склонах северной экспозиции проводится на уровне появления ММП, на шлейфах обломочных образований - у подножья склонов; *зона островного распространения ММП* - ее нижняя граница проводится вдоль нижней кромки участков ММП на склонах северной экспозиции, верхняя - у подножья склонов северной экспозиции, где ММП образуют единый массив, занимающий днища долин и северные склоны структурных блоков. При этом участки ММП здесь не превышают 50% от общей площади зоны; *зона редкоостровного распространения ММП* - ее нижняя граница проходит по наиболее низко расположенным островам ММП, а верхняя - на уровне появления ММП на склонах северной экспозиции. Мощность ММП не превышает 15 м. Расстояние между отдельными островами составляет несколько десятков километров. ММП занимают не более 5-10% от общей площади данной зоны. Острова ММП встречаются на участках, где в составе верхней части разреза дисперсных пород до глубины 5 м преобладает тонкодисперсный материал; грубообломочный или грубозернистый аллювий сильно заилен; в верховьях реки и ее притоков; в родниковых западинах, во впадинах, типа Налайхинской; *зона спорадического распространения ММП* - ее нижняя граница проводится по островам ММП в родниковых западинках, расположенных наиболее низко. Верхней границей зоны служит нижний предел распространения островов в ММП. Они занимают здесь около 5% от общей площади зоны, их мощность не превышает 10 м при медианных значениях 1-5 м.

2.5. Особенности состава и физико-механических свойств пород, перерабатываемых водохранилищем

Различные литолого-генетические олигоцен-четвертичные комплексы дисперсных и палеозойских скальных пород по интенсивности их размываемости изменяются от трудно размываемых скальных и гравийно-галечниковых до легко размываемых песков. Для условий долины р. Толы наибольший интерес представляют песчаные накопления. Они широко развиты на участке расширения долины ПраТолы, где максимальная вскрытая их мощность достигает 20 м. Обобщенные показатели физико-механических свойств различных литолого-генетических типов четвертичных отложений даны в таблице 1.

Таблица 1.

Обобщенные показатели инженерно-геологических свойств четвертичных отложений

Наименование грунтов	Плотность γ , г/см ³	Естественная влажность W_n , %	Степень влажности n , G	Показатель констатации I	Число пластичности L	Коэффициент пористости e	Модуль деформации E , МПа	Сцепление C , МПа	Угол внутреннего трения ϕ , град.	Относительная просадочность
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Аллювиальные пески, гравелистые высоких пойм и I-надпойменной террасы	1,70-2,03	-	-	-	-	0,32-0,44	40	0,02	36	-
То же, среднезернистые	1,65-1,98	31	0,89	-	-	0,39-0,64	30	0,01	34	-
То же, мелкозернистые	1,54-1,64	36	0,95	-	-	0,63	28	0,008	30	-
Галька осадочных и метаморфических пород	1,73-1,87	-	-	-	-	-	40	0,028	42	-
То же, супесей пойм	1,68	5-11	0,36	0	2,9-5,3	0,34-0,56	24-25	0,03-0,021	19-23	-
То же, I надпойменной террасы	1,77-2,09	3-10	0,15-0,22	0	7,9-12,7	0,62-0,84	10	0,009	16	-
То же, суглинки пойм	1,85-1,88	15-29	0,62-0,95	0,22-0,56	7,1-14,4	0,34-0,51	25-30	0,008	23	0,20
То же, I надпойменной террасы	1,95-2,17	8-17	0,52-0,65	0,37-0,49	17,2	-	7,0	0,006	12	-

То же, глыбы пойма	1,82	23	0,98	0,02	3-4	0,642	26	0,03	16	0,003
То же, супеси с гравием I надпойменной террасы	1,85	12,0	0,50	-	4,9-20	0,36-1,10	9-30	0,001	21-35	0,003-0,025
Продольные суглинки	1,54-2,17	5-22	0,44-0,96	0-0,88	3-6	0,57-0,73	12-20	0,025-0,035	25-30	0,009-0,029
То же, супеси	1,75-1,88	4-28	0,22-0,68	0-0,32	-	-	11,0	0,001	35	-
То же, супеси со щебнем	-	-	-	-	-	-	11,0	0,001	37	-
Дельтавые суглинки и глыбы нерасчлененные	1,80	8,1	0,45	0	12	0,508	42	0,032	18-22	-
Дельтавые-продольные суглинки	1,97-2,00	9,0	0,17-0,51	0	4-8	0,73	20	0,025	33	0,037
То же суглинки	1,87-2,10	10-21	0,87	0,16-0,28	30-54	0,87	12	0,02-0,025	14	-
то же, глыбы	1,82	21,40	0,42	0,07	15	0,75	16	0,014	22	-
То же, нерасчлененные суглинки и щебень	2,04	9	-	0	9-14	-	30	0,001	35	-

2.6. Экзогенные геологические процессы.

Развитие современных экзогенных геологических процессов определяется интенсивностью и знаком тектонических перемещений структурных блоков за олигоцен-четвертичный этап, вещественным составом и строением массивов пород, а также зонально-климатическими условиями. Эти общие для всей Монголии закономерности обусловили проявление на исследуемой территории парагенетически связанных между собой процессов выветривания пород и разгрузки в их массивах естественных напряжений; процессов криогенной десерпции, солифлюкции, лунения и термокарста, морозобойного растрескивания, ниледообразования, эрозии и заболачивания. Для каждого из перечисленных процессов выявлены и сформулированы закономерности развития и пространственного их распространения.

Глава 3. ПРОГНОЗ ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ

Теория прогнозов переработки берегов водохранилищ до настоящего времени не имеет строгого научного и методического обоснования. Часто имеющаяся хорошее научное сопровождение не подтверждается строгим математическим обеспечением, то есть, отчетливо наметился разрыв между научным обоснованием теории прогнозов, методами прогнозирования и математическим обеспечением. В инженерной геологии широко известны методы Н.Е. Кондратьева, Г.С. Золотарева, Е.Г. Качугина, Е.К. Гречищева. Они стали хрестоматийными, тем не менее не имеют строгой теоретической базы. Геологические факторы, определяющие интенсивность развития процессов переработки берегов водохранилищ, а следовательно, являющиеся научной основой прогнозов, наиболее полно отражены в методах Г.С. Золотарева, Е.Г. Качугина, А.Л. Рагозина. В остальных, из вышеназванных, основное внимание уделяется гидрологическим факторам. Однако, не всегда характер и энергия волнового воздействия определяют формирование нового берегового склона, особенно если рассматривать этот процесс во времени. Напротив, берега, геологическое строение которых соответствует исходному положению гидрологических (энергетических) методов расчетов переработки, являются исключением, а не типичным случаем.

Отсутствие учета в традиционных прогнозах переработки берегов водохранилищ (ППБВ) многообразия взаимодействия геологических, гидрологических и гидрогеологических факторов в значительной мере преодолено в перманентных прогнозах в разработках В.К. Епишина, В.Н. Эжарьяна и М.М. Адаш. Процесс формирования берегов рассматривается ими как стохастический, характеризующийся кумулятивным эффектом запаздывания по отношению к воздействию факторов, что особенно ощутимо внутри годового цикла. Среди существующих методов прогнозов переработки берегов водохранилищ особое место занимает метод природных аналогов, разработанный Л.Б. Розовским для лессовых берегов. Основой указанного метода является выбор природных аналогов, качественно и количественно подобных объекту прогнозирования. Правильно выбранный аналог позволяет достаточно точно выполнить прогноз.

Успех прогнозирования определяется знанием основных региональных и зональных закономерностей развития данных процессов. Наши исследования позволяют считать, что интенсивность переработки берегов применительно к условиям долины р. Толы будет увеличиваться при переходе от максимально поднятых структурно-тектонических блоков к относительно опущенным (или минимально поднятым) блокам, от очень сильно расчлененных участков к менее

расчлененным, от зоны развития мерзлых пород к зоне талых, от территорий с избыточным увлажнением к территориям с умеренным, недостаточным и остродефицитным увлажнением, от средне-, малозаселенных к густонаселенным. Эти закономерности распространяются на однотипные по генезису и комплексам пород берега, которые находятся на одной стадии развития и перерабатываются, в основном, по абразионному типу. Они близки по содержанию разработкам В.Н.Буровой. Для участков берегов с активизацией развития склоновых гравитационных процессов значительных объемов будут характерны некоторые отличия в роли названных факторов. Со временем интенсивность переработки таких берегов будет уменьшаться при переходе от склонов без крупных по объему склоновых гравитационных процессов к склонам с этими процессами. Согласно В.Н. Буровой, увеличение длительности безледоставного периода на 10 дней вызывает увеличение объемных скоростей берегоразрушений в среднем на 5-7%. Эту связь описывает степенная функция вида: $V = a \times t_b \times 10^{-4}$ (1), где V - объем переработки пород берега в первую или во вторую стадию развития процесса в м³/м.год; a - коэффициент интенсивности переработки пород берега в м³/м.сут; t_b - среднеголетняя продолжительность безледоставного периода, сут.

3.2. Обоснование выбора методики прогнозирования процессов переработки берегов

Применительно к современному состоянию инженерно-геологической изученности территории долины р. Толы и стадии проектирования водохранилища, составляемые нами прогнозы будут ориентировочными, локальными и региональными, долго- и дальнесрочными. Для их составления были использованы материалы инженерно-геологических, гидрогеологических изысканий, в том числе:

инженерно-геологические разрезы масштаба 1:1000 и 1:2000, которые характеризуют строение основных типов береговых склонов по всему периметру водохранилища, а также изменение состава, свойств пород, гидрологических и мерзлотных условий в пределах склонов ;

карта инженерно-геологических условий масштаба 1:5 000, отражающая особенности развития процессов переработки береговых склонов на левобережном участке в приплотинной части водохранилища;

карта инженерно-геологического районирования территории водохранилища масштаба 1:25 000. Она характеризует геологическое строение склонов, состав слагающих их пород вне и в зоне влияния будущего водохранилища с учетом степени их размываемости;

сведения о развитии склоновых процессов на территории проектируемого водохранилища;

данные о фактическом развитии процессов переработки береговых склонов водохранилищ, имеющих аналогичные гидрометеорологические и инженерно-геологические условия, то есть сведения о природных аналогах. При этом сопоставление аналогов и объекта прогноза осуществлялось на качественном уровне;

характеристики уровня режима проектируемого водохранилища;

данные о длительности безледоставного периода, ветроволноэнергетическом воздействии на береговые склоны, характере наносодвижущих сил.

Составление локального и регионального прогнозов ППБВ осуществлялось в соответствии с методическими рекомендациями ПНИИИСа .

Локальный прогноз ППБВ проводился по 23 поперечникам. Они использовались в качестве инженерно-геологических моделей (природных аналогов) строения склонов и условий их развития (переработки) после создания водохранилища. По каждому поперечнику рассчитывалась величина переработки берегового склона при эксплуатации водохранилища с отметкой НПУ 1370,6 м с периодом упреждения 10 лет и с отметкой НПУ 1380,5 м на 10-летний срок и "конечную" стадию переработки. Их профили строились с использованием комплексной методики прогнозирования, разработанной в ПНИИИСе Госстроя России. За расчетный уровень сработки принят уровень сработки 50%-ной обеспеченности, обладающий наибольшим абразионным эффектом среди всех уровней сработки. Он получен по результатам наблюдений за переработкой берегов водохранилищ с многолетним регулированием стока на участках аналогах. Для проектируемого Тольского водохранилища уровень сработки (1350,0 м) повторяется 1 раз в 100 лет, а длительность его стояния не превышает 1 месяца. Прогноз переработки пород берегов водохранилища по принятой методике осуществлялся в два этапа. Вначале строился профиль переработки берега на 10-летнюю стадию развития процессов графоаналитическим методом Г.С. Золотарева с соответствующими поправками. Верхний, нижний пределы размыва, зона наката не учитывались при построении профиля из-за небольших значений

высот "рабочих" волн, которые не превышают в среднем 0,2-0,4 м. Характерные значения углов откосов для песчано-глинистых, древесно-щебенистых, гравийно-галечниковых отложений взяты по участкам аналогам предгорных водохранилищ. При построении надводного откоса за 10-летний этап переработки склона его крутизна принималась близкой к предельно допустимым значениям.

Дальнесрочный (на "конечную" стадию) прогноз переработки берегов осуществлялся с использованием графоаналитического метода (для построения расчетного профиля переработки) и энергетического метода (для определения длительности "конечной" стадии развития процессов). Объем размыва пород определялся на 1 п.м. берега, а по формуле Е.Г. Качугина - срок переработки, соответствующий "конечной" стадии: $Q = E \times K_p \times K_s \times t^v$, где Q - объем пород, размываемых за определенный срок, м³/м; E - значение среднегодовой энергии волнения, тм; K_p - коэффициент размываемости пород, слагающих береговой склон, м/тм; K_s - коэффициент, учитывающий высоту берегового склона; t - период упреждения прогноза, годы; v - показатель степени, определяющий скорость затухания размыва пород берегов. Значения K_p для пород проектируемого водохранилища определены по природным аналогам, параметр "v" - по таблице 8.1 методики ПНИИИС. Величина переработки пород берегов на "конечную" стадию оценивалась с учетом разового достижения отметки НПУ 1383,4 м в конце срока переработки.

При построении профилей переработки склонов на "конечную" стадию углы надводных склонов задавались с учетом результатов лабораторных испытаний грунтов и фактических (полевых) измерений склонов природного состояния.

3.3. Ориентировочные локальные прогнозы переработки берегов.

Указанные прогнозы осуществлялись поэтапно. Вначале выполнялся локальный прогноз для наиболее хорошо изученного левобережного участка. Для 31 поперечника был выполнен расчет энергии волнения у берегового участка. С учетом этих данных в таблице 2 приведены результаты локального прогноза для различных типов берегов (по скорости их переработки).

3.4. Инженерно-геологическое районирование береговых склонов.

Выполнение регионального прогноза переработки берегов водохранилища на данной стадии инженерно-геологической изученности долины р. Толы, из-за отсутствия достаточно представительных данных о гидрологических и волноэнергетических условиях будущего водохранилища, и распространение их резуль-

Прогноз переработки береговых склонов левобережного участка
в нижней части водохранилища

Период упреж- дения	Стадии переработ- ки	Абс.отм НПУ, м	Расчетные данные для прогноза	Типы берегов по скорости их переработки за 10-летнюю стадию, м/год							
				интенсивно перераба- тываемые, Q > 10	быстро перераба- тываемые, Q = 5-7	средне перера- батываемые, Q = 2,5-5,0		медленно пере- рабатываемые, Q = 1,0-2,5		очень медлен- но перераба- тываемые, Q = 0,1-1,0	практически не перераба- тываемые
10 лет	10 лет	1370,6	Протяженность берега, км - L Величина перера- ботки, I, м Объем размытых пород, тыс.м ³ , Q	0,45	0,31	1,45	0,75	1,57		3,6	0,6
				106	58	34-40	26	11,0		5,5	до 1,0
				281,3	127,0	242,2	51	55,0		90,0	до 6,0
20 лет	10 лет	1380,5	L I Q	0,45	0,15	1,0	0,75	1,0	0,85	5,15	0,35
				105	68	35	26	14-23		10,0	до 1,0
				294	81	150,1	110,3	50,4	48,5	180,3	до 3,5
более 20 лет	"конечная"	1380,5	Величина перера- ботки, м Суммарный объем размытых пород*, тыс.м ³ Длительность "конечной" стадии, год	324	136	75	36	50	25	37	до 1-2
				1878,9	313	437,7	216,0	305	114,0	965,5	10-20
				50-60	более 100	около 25	более 100	более 100	около 25	более 100	около 20

Примечание: * суммарный объем размытых пород при эксплуатации водохранилища с НПУ 1370,6 м и НПУ 1380,5 м. Общая протяжен-
ность береговой линии водохранилища составляет 8,73 км (при НПУ₁) и 9,65 км (при НПУ₂).
Объем пород, размытых со склонов левобережного участка (на "конечную" стадию) составляет около 4,25 млн.м³.

татов на всю береговую линию водохранилища не возможно без указанного районирования. Располагая результатами локальных прогнозов на примере довольно хорошо изученного левобережного участка, после выполнения районирования представляется возможным осуществить региональный прогноз.

Районирование прибрежной территории проектируемого водохранилища проводилось на основе карты масштаба 1:25000 с целью выделения участков, качественно однородных (квазиоднородных) по условиям развития ППБВ. Оно осуществлялось по наиболее существенным факторам развития данных процессов с выделением районов, подрайонов и участков. Квазиоднородность таксонов районирования проверялась с помощью математических моделей дисперсионного анализа. Районы обособлялись по комплексам пород с близкими условиями их осадконакопления и примерно одинаковой степенью литификации. Инженерно-геологические подрайоны выделялись по геоморфологическим условиям распространения литолого-генетических типов пород в зоне и вне зоны влияния водохранилища. В пределах подрайонов участки обособлялись по строению толщи пород, находящейся в зоне и вне зоны влияния водохранилища. При обособлении участков в зоне влияния водохранилища использовались две независимые группы признаков: инженерно-геологические и гидрометеорологические, которые учитывают значения среднегоголетней энергии волнения и характер перемещения наносов в акватории будущего водохранилища. Совмещение двух видов районирования (прибрежной территории и акватории) позволяет учитывать общность геологических, геоморфологических, гидрометеорологических условий, которые определяют характер, величину, интенсивность и длительность переработки береговых склонов. В пределах рассматриваемой территории выделены 6 инженерно-геологических районов, 26 подрайонов и 29 участков, качественно подобных по условиям развития ППБВ.

3.5. Ориентировочные региональные прогнозы переработки берегов проектируемого водохранилища

Данные прогнозы осуществлялись по методу природных аналогов. Причем, такими природными аналогами являлись ключевые участки, которые были выбраны по результатам проведенного для этих целей типологического инженерно-геологического районирования прибрежной территории. Их надежность в значительной мере зависит также от степени схематизации инженерно-геологических, инженерно-гидрологических и гидрометеорологических условий долины р. Толы при выделении таксонов различного порядка (районов, подрайонов, участков).

Поскольку признаки этого районирования изучены достаточно детально на примере левобережного участка и серии крупномасштабных разрезов по типовым профилям будущего водохранилища, можно считать, что конечные таксоны районирования (участки) являются квазиоднородными по условиям развития ППБВ. Их квазиоднородность была подтверждена с помощью математических моделей дисперсионного анализа.

Региональный прогноз предполагает оценку интенсивности переработки пород берегов в пределах выделенных квазиоднородных участков, каждый из которых характеризуется определенными инженерно-геологическими (и иными) условиями развития склонов после создания водохранилища. Это достигается посредством экстраполяции средних значений прогнозной скорости (за 10-летний этап), полученной на ключевых участках, на участки аналоги по условиям развития процессов переработки береговых склонов. Средние значения скорости переработки (за 10-летний этап) будут изменяться в широком диапазоне от 11 до 0,1 м/год. Максимальную скорость (до 11 м/год) переработки будут иметь береговые склоны, сложенные комплексом аллювиальных, аллювиально-пролювиальных, пролювиально-делювиальных и делювиальных песков, в основном, верхнечетвертичного-голоценового, реже средне-, верхнечетвертичного возраста. Они характеризуются наиболее высокими (для данного водохранилища) значениями среднемноголетней энергии волнения (более 50 тыс. тм) и повышенной интенсивностью волнового воздействия на песчаные берега. Процесс переработки песчаных берегов будет происходить за счет размыва и оплывания песков в результате их водонасыщения (абразионно-оползневой тип переработки). Аналогичный характер разрушения песчаных берегов отмечается на участках их интенсивного подмыва рекой. Переработка берегов в песчаных отложениях будет происходить с выработкой абразионного уступа с постоянно увеличивающейся по высоте бровкой. Крутизна временного уступа может достигать 45° и более (при относительно небольшой его высоте). Процесс переработки в данных породах практически прекратится, когда в зоне сработки сформируется устойчивая к размыву отмель средней крутизной 1°. При этом верхний край абразионно-аккумулятивной песчаной отмели практически совпадет с кровлей неразмываемых песчаников (в которые врезаны надпойменные террасы р. Толы и ее притоки), а ширина зоны размыва достигнет постоянного значения. Дальнейшая переработка песчаных береговых склонов будет осуществляться за счет периодических, небольших по объему, смещений песков и выполаживания

надводного уступа. Прогнозная величина переработки песчаных берегов составит около 105-110 м за 10-летние этапы (при НПУ 1370,6 и 1380,5 м). В "конечную" стадию величина переработки песчаного берега на участке распространения первой террасы р. Толы достигнет 324 м; в пределах второй террасы р. Налай-хэнгол - 140 м. Результаты этих прогнозов показаны в таблице 3.

Глава 4. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ИЗУЧЕНИЯ И ПРОГНОЗА ПЕРЕРАБОТКИ БЕРЕГОВ ВОДОХРАНИЛИЩ ПРИ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ

Одной из основных задач инженерных изысканий для решения задач прогнозов является получение количественной информации по факторам среды формирования ППБВ и факторам естественного и техногенного их изменения. При этом точность прогнозов будет зависеть от продолжительности измерений параметров указанных факторов во времени. Чем больше временной ряд этих измерений, тем выше точность прогнозов. Наблюдения за переработкой пород берегов Тольского водохранилища в периоды его заполнения до проектной отметки и последующей эксплуатации целесообразно выполнять методом повторных наземных стереофотограмметрических съемок. С этой целью по периметру проектируемого водохранилища в 1987-88 гг. ПНИИИСом были оборудованы 11 наблюдательных пунктов. Фотограмметрическая съемка должна сопровождаться детальным описанием пород склонов, их состояния; зон выветривания и разгрузки напряжений, характера и степени трещиноватости; измерениями геометрических параметров размываемых (перерабатываемых) геоморфологических элементов склонов водохранилищ; измерений параметров, характеризующих состояние многолетнемерзлых пород; факторов техногенных нагрузок на склоны, включая графики режимов наполнения и сбросов водохранилища. Следовательно, при наблюдениях должна быть получена количественная информация по всем факторам среды развития процессов и факторам естественного и техногенного изменения среды и прогнозируемых параметров переработки.

В своих дальнейших исследованиях автор считает необходимым разработку теории прогнозов. При этом мы исходим из представлений, что теория прогнозов включает их структуру, понятийную базу и методологическую систему; факторы строения, свойств массивов перерабатываемых пород склонов, их естественных и техногенных изменений; постулаты системного анализа о модельности и разрабатываемые на их основе модели взаимодействия склонов водохранилища с волно-энергетическими его показателями; сравнительно-геологический анализ и его

Таблица 3.

Региональный прогноз переработки склонов проектируемого
водохранилища

Срок эксплуатации	Стадия переработки	Абс. отг. НПУ, м	Расчетные данные прогноза переработки берегов	Типы берегов по скорости их переработки (за 10-летнюю стадию, м/год)						
				интенсивно перерабатываемые (Q > 10)	быстро перерабатываемые		средне перерабатываемые Q = 2,5-5,0	медленно перерабатываемые Q = 1-2,5	очень медленно перерабатываемые Q = 0,1 - 1,0	практически не перерабатываемые Q < 0,1
					Q=7-10	Q=5-7				
10 лет	10 лет	1370,6	Протяженность берега, км Величина переработки, м Объем размытых пород, тыс.м ³	0,45 106 281,3	1,05 90 687	0,31 58 127	4,6 24-46 828	3,07 11-24 298	12,0 2-10 300	4,7 до 1,0 около 47
20 лет	10 лет	1380,5	Протяженность берега, км Величина переработки, м Объем размытых пород, тыс.м ³	0,7 105-110 534,6	- - -	0,15 68 81	4,0 26-48 743	9,95 14-23 498	17,3 2-10 606	8,0 до 1,0 около 80
более 20 лет	"конечная"	1380,5	Величина переработки, м Объем размытых пород, тыс. м ³ (в числителе - тыс.м ³ , в знаменателе - в % от общего объема размытых пород по периметру водохранилища (10 млн. 989 тыс.м ³)	140-324 <u>2481,2</u> 22,6	- <u>687</u> 6,3	136 <u>313</u> 2,8	36-75 <u>2100</u> 19,1	25-50 <u>1728</u> 15,7	до 14-37 <u>3280</u> 29,9	до 10-20 <u>400-450</u> 3,6

Примечание: длина береговой линии составляет 26,2 км и 40,1 км соответственно при НПУ 1370,6 м и 1380,5 м.

принципы вероятностного геологического подобия; соответствующее математическое обеспечение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненные исследования по составлению регионального и локального прогнозов переработки берегов водохранилища на р. Толе в Монголии позволяют сформулировать следующие основные выводы и положения, определяющие теоретическую, научную и практическую значимость диссертации и являющиеся объектом защиты.

1. Процессы переработки берегов развиваются под воздействием трех основных групп факторов. Это: факторы среды; факторы естественного изменения состояния и свойств среды и факторы техногенного изменения среды. К факторам первой группы относятся климатические, гидрометеорологические, геоморфологические условия долины р. Толе; литолого-генетические комплексы пород, вскрытые склонами, их инженерно-геологические свойства и состояние; структуры (складчатые и разрывные). К факторам второй группы отнесены новейшие и современные тектонические перемещения, включая сейсмичность, экзогенные геологические процессы.

2. Процессы переработки берегов происходят под воздействием многих факторов. Их набор и роль меняется во времени и в пространстве. Чтобы оценить это изменение, необходимо разделить территорию водохранилища на участки, сходные по условиям развития, проявления и активизации данных процессов. Инструментом для такого разделения служит инженерно-геологическое районирование прибрежных территорий водохранилища. Оно направлено на обособление таксонов, квазиоднородных по условиям развития ППБВ. Районы выделялись по набору литолого-генетических комплексов пород, сформировавшихся в сходных геотектонических, гидрохимических, климатических условиях и испытавших одинаковую степень вторичных изменений (преобразований) процессами дилатации и гипергенеза; подрайоны - по геоморфологическим условиям распространения пород в зоне и вне зоны воздействия водохранилища; участки - по строению толщи пород.

3. Прогнозы переработки берегов водохранилища составляются поэтапно, что вызвано недостаточной изученностью факторов развития процессов переработки берегов водохранилища. Для хорошо изученных "ключевых" участков вначале

составлен локальный ориентировочный прогноз, а по их результатам-региональный, используя результаты районирования и метод природных аналогов.

Усовершенствование теории прогнозов потребует также исследования по уточнению понятийной базы и их методологической системы; по составлению различных моделей взаимодействия водохранилища и факторов развития ППБВ на основе постулатов системного анализа о модельности; по структуре прогнозов и их математическому обеспечению. Перечисленные направления станут основными в наших исследованиях в ближайшие годы.

Основные результаты диссертации опубликованы
в работах

1. Гидрометеорологические факторы переработки берегов Тольского водохранилища. / Журнал "Поиски и разведка", Улан-Батор, 1995 (соавтор Я.Болд).

2. Геоморфологические условия района Тольского водохранилища. / Тр. IV научной конференции. Улан-Батор, 1996 (соавтор Я.Болд, Б.Бат).

3. Особенности гидрогеологических и мерзлотных условий Тольского водохранилища. / Тр. IV научной конференции. Улан-Батор, 1996.

4. Состав и физико-механические условия перерабатываемых отложений Тольского водохранилища. / Журнал "Наука и жизнь", Улан-Батор, 1995.

5. К вопросу локального прогнозирования переработки берегов водохранилища. / Тр. V научной конференции. Улан-Батор, 1996.

6. Проблема регионального прогнозирования переработки берегов водохранилищ. / Тр. V научной конференции. Улан-Батор, 1996.

7. К вопросу формирования химического состава подземных вод в условиях Центральной Монголии. / Журнал "Поиски и разведка", Улан-Батор, 1993.

8. Гидрогеологическое районирование Центральной Монголии в связи с оценкой качества природных вод хозяйственного литьевого назначения. / Тр. III научной конференции. Улан-Батор, 1990 (соавтор В.М.Степанов).

9. О закономерностях размещения терригенных грубообломочных осадков бассейна верхнего течения р. Толы. / Журнал "Поиски и разведка", Улан-Батор, 1982 (соавтор А.Д.Чеховский).