
СОВРЕМЕННЫЕ
ЭКЗОГЕННЫЕ
ПРОЦЕССЫ
И МЕТОДЫ
ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Министерство высшего и среднего специального образования
Латвийской ССР
Латвийский ордена Трудового Красного Знамени
государственный университет имени Петра Стучки
Кафедра физической географии

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И
МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сборник научных трудов

Латвийский государственный университет им. П. Стучки
Рига 1982

УДК 551.3; 551.4

Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сборник научных трудов. - Рига, Изд. ЛГУ им. П.Стучки, 1982. - 164 с.

В настоящем сборнике научных трудов помещены статьи, посвященные актуальным проблемам изучения современных экзогенных процессов на территории Средней Прибалтики: состоянию изученности процессов и методике исследования, характеру и направленности речной эрозионно-аккумулятивной деятельности, морфодинамике берегов Балтийского моря, проявлению склоновых пролювиальных и оползневых, суфозионных, карстовых процессов, переформированию берегов водохранилищ ГЭС Даугавского каскада. Статьи иллюстрируются богатым графическим материалом.

Сборник может заинтересовать широкий круг специалистов - географов, геоморфологов, геологов и гидрологов.

Рис. - 54, табл. - 2, библи. - 61 назв.

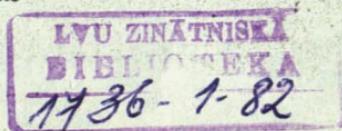
РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Эберхардс Г.Я. (отв. ред.)

Аболтыньш О.П., Клане В.Я.

Печатается по решению редакционно-издательского совета ЛГУ им. П.Стучки

0902-107У 35.82.1905030000
М 812(II)-82



© Латвийский
государственный
университет
им. П.Стучки, 1982

Б.М.САЛТУПЕ, Г.Я.ЭБЕРХАРДС
ВНИИМОРГЕО,

Латвийский государственный университет им.П.Стучки

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЛАТВИИ

В настоящее время, когда требуется строгий, рациональный подход к использованию природных ресурсов, неоднократно отмеченный в Постановлениях и указах партии и правительства СССР, более остро стоит вопрос о систематическом изучении всех природных процессов и явлений, в том числе и экзогенных геологических процессов. Без наличия качественных и количественных показателей пространственного распределения и изменения во времени не представляется возможным прогнозирование направленности их дальнейшего развития.

Среди основных экзогенных геологических процессов, которые с различной степенью интенсивности проявляются на значительных площадях территории республики, выделяются склоновые процессы, в том числе плоскостной смыв, линейная и овражная эрозия, речная эрозионно-аккумулятивная деятельность, морские абразионно-аккумулятивные процессы, эоловые процессы, корст, суффозия, накопление озерных и болотных отложений.

Усиление воздействия антропогенной нагрузки вызывает активизацию некоторых процессов, что нередко приводит к нарушению нормального функционирования отдельных естественных систем и наносит значительный материальный ущерб.

Поэтому в настоящее время первостепенное значение имеет выявление площадей наиболее интенсивного проявления экзогенных геологических процессов, их картографирования, а также детального изучения на эталонных (стационарных) участках.

Из всех экзогенных рельефообразующих процессов наибольшее внимание, начиная уже с пятидесятых-шестидесятых годов, было уделено изучению динамики морс-

к их берегов, морфодинамики подводного склона, формирования вдольбереговых потоков наносов и др. Побережье Латвийской ССР характеризуется довольно обстоятельной изученностью поздней и послеледниковой истории ее развития, а также береговых образований различных стадий Балтики. Морфология и динамика современного берега, в основном, изучалась В.Г.Ульстом (1957) и Р.Я.Кнапсом (1952, 1966, 1979). Выполнены также некоторые методические работы по изучению гранулометрической и минералогической дифференциации материала во вдольбереговых потоках наносов (Ульст, 1963). В районе г.Лиепая А.И.Тимофеевым была проведена геологическая съемка подводной части побережья. В целом в ходе проведенных исследований получен довольно богатый материал, характеризующий динамическое состояние берега и условия современного осадконакопления. И.Г.Вейнбергсом, Е.А.Булгаковой (ВНИИМОРГЕО) и др. в последние годы, кроме общего изучения морфодинамики, основное внимание концентрировано на детальных исследованиях отдельных участков (районы мыса Колка, вершина Рижского Залива), составлена карта морфологии и динамики береговой зоны Латвийской ССР, а Б.М.Салтупе - картосхемы экзогенных геологических процессов и прогноза и развития в пределах прибрежной полосы суши и 12-мильной зоны моря. Некоторые итоги изучения морфологии и динамики современных берегов и транспорта наносов публикуются в настоящем сборнике (статьи И.Вейнбергса и др., Е.Булгаковой). В последние годы помимо сотрудников ВНИИМОРГЕО полевые исследования на отдельных участках побережья велись также геологами и геоморфологами Управления геологии, сотрудниками Рижского политехнического института (А.Инданс) и научных учреждений других республик (Ю.Шуйский, И.Коробова и др.).

Сложный комплекс склоновых процессов, который возникает при сочетании гравитационного перемещения обломочного материала с плоскостным смывом и линейной эрозией, в условиях холмистого ледникового, эрозионно-речного и овражного рельефа на территории Латвии изучен весьма слабо. Из большого разнообразия форм склоно-

вого ряда (делювиальные, оползневые, оползнево-солифлюкционные, осыпные, обвальные, эрозионные, абразионные), частично исследовались оползневые и делювиальные, которые являются и наиболее характерными. Однако обвальные и осыпные склоны, связанные с крупными речными долинами (Вента, Даугава), не изучались.

В пределах холмистого рельефа возвышенностей, по мере интенсивного их хозяйственного освоения особо остро встает вопрос об активизации плоскостного смыва и, в частности, линейной (овражной) эрозии, постоянное воздействие которых на отдельных районах (участках) привело к значительной эродированности почв и некоторому снижению их плодородия. Поэтому, естественно, что изучению интенсивности и характера этих процессов уже с шестидесятых годов обращено внимание специалистов, прямо или косвенно связанных с сельским хозяйством.

Сотрудниками Отдела почвоведения Латвийского научно-исследовательского института земледелия, Латвийской сельскохозяйственной академии и Латвийского государственного университета им. П. Стучки проведены соответствующие исследования по изучению процессов эрозии почв (А. Пуке, Р. Сталбов, А. Меллума и др.) и разработке методов проектирования комплексных противоэрозионных мероприятий (Stalbovs, 1979), в различные годы составлены и опубликованы карты эродированности почв (Пуке, 1951; Меллума, 1970; Борук, 1974).

Сотрудники кафедры физической географии Латвийского государственного университета занимались изучением распределения денудационно-аккумулятивных процессов по профилю склона, руководствуясь представлением о почвообразующей роли процессов перемещения вещества по склонам под действием силы тяжести. Эти исследования (К. Раман) позволили выявить существенную роль антропогенного фактора на развитие процессов сноса, образование террас напахивания и заполнения впадин.

Весьма слабо изучены образования линейной русловой эрозии - овраги и балки, хотя известны случаи сравнительно интенсивного оврагообразования и в настоящее

время, вызванные непродуманной человеческой деятельностью. Систематические исследования данных форм позволяют проследить не только основные этапы и причины образования (т.е. вскрыть их палеогеографию), но, основываясь на этих данных, выполнить районирование территории по опасности овражной эрозии и подготовить конкретные рекомендации по хозяйственному использованию.

Обвальные, осыпные и оползневые явления локализируются вдоль коренных склонов и подмываемых уступов более крупных и глубоких речных долин рек Гауя, Даугава, Вента, Абава, Салаца, Огре, Имудла, Амула и др., а также вдоль переформирующихся берегов Плявиньского и Рижского водохранилищ. Но специальные исследования этих процессов пока не проводились. Некоторое исключение составляют оползневые явления. Так, например, на территории Гауйского национального парка в районе утеса Тото клинтис ниже устья р.Амата в течение ряда лет ведется стационарное наблюдение. Результаты этих исследований излагаются в статье В.Венской, помещенной в настоящем сборнике. Процесс оползнеобразования весьма широко изучен во многих регионах Советского Союза и широко освещен в монографических работах. Этот факт не исключает целесообразность проведения стационарных исследований в условиях ледникового рельефа Прибалтики, несколько отличающегося от районов их широкого распространения в горных территориях и других природных зонах Восточно-Европейской равнины. Таким образом, к настоящему времени изучение оползневых явлений в Латвии имеет хотя и стационарный, но узлокальный характер, так как не охватывает ряд стационарных площадок геологически различных районов оползнеобразования.

В 1980-81 годах сотрудниками института ВНИИМОРГЕО Географического факультета ЛГУ им.П.Стучки начаты исследования деловиальных и пролювиальных образований на склонах холмистого ледникового и водноледникового рельефа, а также в крупных долинах республики (Даугава, Гауя). В долине р.Гауя в районе г.Сигул-

да создан ряд стационаров по изучению развития оврагов и пролювиальных конусов выноса. К настоящему времени изучен ряд разрезов, выполнены спорово-пыльцевые исследования и определения абсолютного возраста, проведены морфометрические исследования оврагов, с составлением картосхем овражной расчлененности и плотности оврагов (Б.Салтупе, И.Федере). Начаты исследования склоновых оврагов, расчленяющих крупные плосковершинные холмы ("звонцы") в пределах Центрально-Видземской и др. возвышенностей. Этими исследованиями овражно-балочной сети предполагается выяснять основные причины и этапы оврагообразования, выявить роль антропогенного воздействия.

П е р е ф о р м и р о в а н и е б е р е г о в к р у п н ы х в о д о х р а н и л и щ . Особую значимость в нынешнем этапе планирования и использования береговой зоны водохранилищ, созданных, строящихся и проектируемых ГЭС на р.Даугава, имеют данные о максимальных и средних величинах размыва береговой полосы и продолжительности перестройки берегов различного геологического строения и высоты, в зависимости от гидрометеорологических и других факторов. В этой связи актуальным является вопрос усовершенствования существующих формул (или разработки новых) расчета переработки берегов применительно к малым водохранилищам типа Даугавского каскада.

В первые годы после вступления в строй ГЭС, наблюдения за ходом переработки берегов Плявиньского и Рижского водохранилищ по отдельным створам выполнялись проектными организациями, однако систематические, более разнообразные исследования, охватывающие период времени более 3-5 лет, не проводились.

С 1968 года наблюдения за перестройкой берегов Плявиньского водохранилища по створам, оборудованным специалистами "Мосгидепа", ведется сотрудниками Озерной станции (г.Стучка), а с 1977 года - сотрудниками кафедры физической географии ЛГУ (Г.Эберхардс, Я.Пробокс). Наблюдения за динамикой берегов Рижского (и в частности Кегумского) водохранилища, включая систематические исследования на

эталонных участках, выполняются с 1975 года. Для всех водохранилищ составлены карты типов берегов по новой методике, закартографировано суммарное отступление берегов (Плявиньское водохранилище) за первые 10 лет переработки (1967-1977 гг.), определены максимальные и средние величины отступления. На эталонных участках Плявиньского и Рижского водохранилищ методом профилей и плановой съемкой контура берега протяженностью 0,5-2 км ведется изучение изменения характера и скоростей отступления берегов. Некоторые результаты исследования опубликованы (Пробокс, 1980; Эберхардс, Пробокс, 1981), а также излагаются в настоящем сборнике (статья Я.Пробокса).

Проявление современных эоловых процессов на территории Латвии ограничено преимущественно узкой полосой аккумулятивных песчаных пляжей Рижского залива и Балтийского моря. Реже они охватывают более обширные пространства современных или литориновых аккумулятивных террас с развитым донным рельефом, где естественная растительность уничтожена, либо сильно разрежена антропогенной деятельностью (вершина Рижского залива). В последнее десятилетие в связи с массивизацией обрабатываемых полей пашни на легких песчаных алевритических и супесчаных почвах побережья Балтийского моря и ряда других районов резко возросла опасность ветрового выдувания почвенного слоя. Но кроме выявления таких площадей, более систематическое изучение этого процесса на территории республики не проводилось.

Речная эрозионно-аккумулятивная деятельность. Систематические геолого-геоморфологические исследования речных долин на территории республики начались уже с 1946-48 гг. Но геоморфологические работы, в которых содержится уже конкретная оценка современного проявления речной деятельности, проводились с семидесятых годов сотрудниками Латвийского государственного университета (О.Аболтиньш, Г.Эберхардс) и института геологии (И.Вейнбергс). Основные итоги этих исследований изложены в монографиях (Аболтиньш, 1971; Эбер-

хардс, 1972) и в ряде статей.

Специальные исследования современных процессов рек Латвии в 1975-76 гг. начаты кафедрой физической географии ЛГУ. На первом этапе изучения (1975-1980 гг.) по комплексной методике велись натурные наблюдения на двенадцати эталонных участках (общая протяженность 340 км) средних и крупных, преимущественно свободно меандрирующих рек (Маза Югла, Огре, Педедзе, Гауя). На эталонных участках рек помимо изучения годового и сезонного характера и скоростей размыва берегов в зависимости от гидрологических, геолого-геоморфологических и др. факторов, выполнены гранулометрические, петрографо-минералогические исследования современных русловых наносов, фациальный анализ аллювиальных свит пойм, а также спорово-пыльцевые и радиоуглеродные исследования. В итоге этих натурных и камеральных работ создана и апробирована методика картографирования современных речных процессов и направленности их рельефообразующей деятельности.

Во втором этапе исследований (1981-1985 гг.) выполняется картографирование проявления современных флювиальных процессов рек республики с последующим составлением карты (прогнозной карты направленности рельефообразующей деятельности).

Систематические исследования изменения гидрологического режима и русловых процессов на устьевом участке р. Даугава после вступления в строй Рижской ГЭС ведется сотрудниками Рижской устьевой станции (Латвийское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды) и ВНИИводполимер (г. Елгава). Некоторые результаты публикуются в сборнике.

К а р с т и с у ф ф о з и я. Первые сведения о карстовых явлениях на территории Латвии содержатся уже в работах ученых 18-19 веков (И. Фербер, И. Фишер, Ф. Розен, Б. Досс, К. Ругевич), а также в публикациях латышских исследователей первой половины нынешнего столетия (З. Ланцманис, Н. Делле, А. Краусс).

Систематические исследования карста в долине р. Дауга-

ва (и в других районах) выполнялись сотрудниками института геологии и полезных ископаемых (Е.Спрингис, О.Варфоломеева, А.Савваитова, 1955-1956 гг.), а также геологами "Мосгидгео" (А.Брейве и др.). К настоящему времени карстовые образования в карбонатных коренных породах Латвии изучены достаточно разносторонне, в особенности, в бассейне р.Даугава в связи со строительством гидроэлектростанций.

В результате этих исследований составлена карта распространения карста на территории республики (1959 г.), с выделением пространств распределения форм древнего и современного карста. Помимо изучения условий карстообразования и детальной характеристики различных форм проявления, выполнено районирование карста. Основные результаты исследований изложены в ряде работ (Варфоломеева, 1959, 1961, 1963, 1965; Туркина, 1977, и др.). Некоторые новые данные о распространении карстовых явлений в бассейне реки Гауя установлены геологами Управления геологии при геолого-гидрогеологической съемке территории Гауйского национального парка.

До сих пор не изучались суффозионные процессы, результатом проявления которых являются многочисленные пещеры, ниши и гроты, а также системы просядочных воронок, развитых в песчано-глинистых коренных породах в более крупных долинах рек Северной Латвии (Гауя с притоками, Салаца, Светупе), а также и в других районах. Исследования обычно ограничивались описанием размеров и морфологии самих форм.

К группе слабо изученных следует отнести и такие современные процессы как накопление озерных и болотных отложений.

На характер и интенсивность проявления большинства современных экзогенных геологических процессов существенное влияние оказывает деятельность человека. Наиболее заметно она проявляется в активизации склоновых, речных и озерных процессов. Но количественная оценка этого влияния возможна, если кроме прочих методов полевых и камеральных исследований, будут проведены и стационарные натурные ис-

следования.

Составление карт современных экзогенных процессов.

Итогом исследований определенных территорий обычно является картографирование выявленных и изученных процессов, показ интенсивности и характера их проявления, разработка прогнозных карт. Составление специальных карт современных процессов отдельных районов (в особенности, крупномасштабных) однако является не самоцелью, а необходимостью. Но до недавнего времени картографированию (как и изучению) совокупности современных физико-геологических процессов не было уделено подобающего внимания. Считалось, что их влияние в условиях Прибалтики, как и многих других в целом равнинных территорий, незначительна.

Первая, правда, очень схематическая картосхема, в которой показано распространение лишь отдельных видов экзогенных процессов (не расшифровывая такие важные показатели как интенсивность и характер проявления), была составлена в Управлении геологии по материалам геолого-съёмочных работ.

Новый подход в картографировании и изучении современных экзогенных процессов намечается с 1978-79 гг., когда сотрудники института ВНИИМОРГЕО (Б.Салтупе под руководством И.Даниланса) по договору с институтом "Совзгипроводхоз", а позже с Латвийским государственным университетом приступили к разработке раздела "Охрана природного комплекса Региональной схемы охраны комплекса природных условий и рационального использования естественных ресурсов прибрежной зоны Балтийского моря на перспективу до 2000 года". В соответствии с программой работ были составлены "Картосхемы проявления экзогенных геологических процессов прибрежной полосы суши и 12-мильной зоны моря" и "Картосхема прогноза проявлений активизации экзогенных геологических процессов прибрежной полосы суши и 12-мильной зоны моря".

В первой из них дана оценка современного динамического состояния береговой зоны моря, с выделением морфогенети-

ческих типов берега. Выделены участки берега, различающиеся по характеру и степени интенсивности проявления береговых процессов. На картосхеме также отражена динамика вдольбереговых потоков как ведущего фактора, обуславливающего динамическое состояние береговой зоны. На прибрежной полосе суши показано распространение участков развития эрозии почв, речной и овражной эрозии и др. процессов.

На картосхеме прогноза активизации процессов отражены факторы, определяющие активность современных процессов моря (ветровой режим, характер штормовой активности, количественные показатели уровня и т.д.). Отсутствие систематических наблюдений за развитием на территории республики и в пределах прилегающей акватории моря важнейших экзогенных геологических процессов обуславливает значительные сложности должного обоснования прогноза, в особенности, количественного. Поэтому прогнозирование ожидаемого до 2000 г. развития экзогенных процессов чаще всего ограничивается уровнем выделения основных тенденций. Данная картосхема экспонировалась на Выставке достижений народного хозяйства Латвийской ССР (1980 г.).

Продолжением отмеченных выше работ по картографированию современных экзогенных процессов на территории Латвии явилось составление в 1981 году картосхемы аналогичного содержания всей территории республики (Б.Салтупе).

Обобщая изложенный выше материал, следует, что изученность современных экзогенных рельефообразующих процессов на территории республики весьма неравномерна. Если более менее систематическими количественными данными в настоящее время располагаем по таким типам процессов как морские и речные (за последние 30-50 лет), а также по перестроению берегов водохранилищ (5-12 лет), что позволяет использовать эти количественные данные для прогноза, то степень изученности остальных процессов по сей день крайне неудовлетворительная. Среди причин их слабой изученности как наиболее важную, на наш взгляд, следует отметить отсутствие до сих пор стационарных исследований на определенных эталонных территориях.

Обобщение имеющихся к настоящему времени фактических данных по отдельным процессам и составление сводных карт их проявления и прогнозирования имело и ту положительную сторону, что четко показало те пробелы в наших знаниях, на которые следует обратить внимание в первую очередь, а также наметить программу дальнейших исследований.

Кроме сводных карт, отражающих проявление всех экзогенных процессов на территории республики, исследователями различных ведомственных учреждений разработаны узкоспециальные карты, отражающие распространение и интенсивность проявления отдельных процессов.

Учитывая нынешнее состояние изученности экзогенных процессов, нередко сугубо узкоотраслевой подход в исследованиях и частое дублирование, считаем целесообразным создание в республике координационной группы (из специалистов различных учреждений), которая решала бы вопросы координации и научной кооперации в исследованиях, а также разработала перспективные и наиболее актуальные аспекты исследований, диктуемые развитием народного хозяйства.

С 1981 года советские ученые включились в разработку международного проекта № 158 "Палеогидрологические изменения в умеренной зоне за последние 15000 лет", утвержденного комитетом МПХ (Международная программа геологической корреляции) уже в 1977 г. (его завершение намечается в 1987 г.). Основной задачей проекта является палеогидрологические и палеоклиматические реконструкции последних 15000 лет с целью прогнозирования климатических и экологических изменений будущего и выявления полезных ископаемых, приуроченных к озерно-болотным и аллювиальным фациям.

Учитывая своеобразие геолого-геоморфологического строения долины среднего и нижнего течения р. Гауя и ее притоков (в пределах национального парка), состояние изученности, предполагается бассейн этой реки выделить в качестве эталона для ведения комплексных исследований по международному проекту № 158.

Литература

- Аболтиньш О.П. Развитие долины р.Гауя.-Рига, 1971.-105 с.
- Борук А.Я. Группировка колхозов и госхозов Латвийской ССР по степени эродированности земель. - В кн.: Рациональное использование земель и защита почв от эрозии. Рига, 1974, с.26-37.
- Варфоломеева О. Карстовые явления в долинах рек Даугава и Лауце. - В кн.: Геология долины реки Даугава. Рига, 1959, с.225-255.
- Варфоломеева О. Крст в Латвийской ССР. - Труды ин-та геол. АН ЛатвССР, Рига, 1961, № 7, с.47-88.
- Варфоломеева О. Влияние рельефа, мощности и литологии четвертичных отложений на развитие карста в районе долины реки Даугавы. - Труды ин-та геол.АН ЛССР, Рига, 1963, № II, с.107-112.
- Варфоломеева О. Карбонатный карст Латвийской ССР на примере долины реки Даугава.-Рига, 1965.-200 с.
- Кнапс Р.Я. Оградительные сооружения типа молов и движение наносов на песчаных побережьях. - Изв.АН ЛатвССР, 1952, № 6(59), с.82-130.
- Кнапс Р.Я. Перемещение наносов у берегов восточной Балтики. - В кн.: Развитие морских берегов в условиях колебательных движений земной коры. Таллин, 1966, с.21-29.
- Кнапс Р.Я. К определению характеристик энергетического состояния берегового склона. - В кн.: Исследования динамики рельефа морских побережий. М., 1979, с.70-80.
- Меллума А.Ж. Некоторые географические закономерности эрозии почв Латвийской ССР. - В кн.: Материалы к IV съезду почвоведов СССР. Рига, 1970, с.92-102.
- Пуке А. Эрозия почв в Латвийской ССР и ее географическое распространение. - Почва и урожай, 1951, № I, с.63-87 (на лат.яз.).

- Пробокс Я.С. К вопросу о переформировании берегов Рижского водохранилища. - В кн.: Морфогенез рельефа и палеогеография Латвии. Рига, 1980, с.69-77.
- Ульст В.Г. Морфология и история развития области морской аккумуляции в вершине Рижского залива. - Рига, 1937. - 178 с.
- Туркина Л.Г. Проявления карста на территории г.Рига. - В кн.: Литология и полезные ископаемые палеозойских отложений Прибалтики. Рига, 1977, с. 25-37.
- Эберхардс Г.Я. Строение и развитие долин бассейна реки Даугава. - Рига, 1972. - 132 с.
- Eberhards G., Probokš J. Top skaisti jauno "jūra" krasti. - Dabas un vēstures kalendārs 1982. gadam. Rīga, 1981, 128-131.lpp.
- Stalbovs R. Zemes uzlabošana un aizsardzība paurūrainēs. - Rīga, 1979, 119.lpp.

Г.Я.ЭБЕРХАРДС

Латвийский государственный университет им. П.Стучки
ФЛЮВИАЛЬНЫЕ РЕЛЬЕФОБРАЗУЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ РЕК ЛАТВИЙСКОЙ ССР

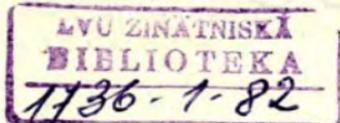
Изучению речных долин и проявлению флювиальных процессов в последнее время уделено пристальное внимание. Однако несмотря на то, что общие представления о геологической деятельности рек сложились уже давно, они все же лишены достаточной четкости, а это находит свое отражение и в научной, и в учебной литературе. До сих пор между исследователями этой проблемы существует немало разногласий - как принципиальных, так и терминологических. Подобное отсутствие однозначных определений типично при формулировке определений флювиальных геологических процессов. Поэтому, прежде чем приступить к изложению результатов исследования на территории Латвии, целесообразно уточнить некоторые вопросы терминологии.

Деятельность рек уже давно изучается с двух сторон - гидрологической и геологической, различающихся в основном масштабом времени. Гидрологами исследуются, главным образом, быстрые русловые процессы, поддающиеся непосредственным измерениям. Геологов и геоморфологов не менее интересуют результаты длительного развития рек, направленность которого практически не уловима непосредственными наблюдениями за русловыми процессами и хорошо видна только по самим этим результатам. Следовательно, мы имеем дело с двумя категориями флювиальных процессов, а именно, с современными русловыми и рельефообразующими процессами. На существенные различия между ними особое внимание обратил И.П.Карташов (1972) в монографии "Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран".

Современное состояние русловых геологических процессов характеризует размыв и отложение аллювия. Однако в длительном геологическом отрезке времени, когда постоянно преобладает один из флювиальных процессов, например, размыв над отложением, это вызывает в итоге понижение земной поверхности. В таком случае данный процесс - врезание, а если же, наоборот, отложение будет преобладать над размывом, то - накопление аллювия. Следовательно, оба этих флювиальных процесса (врезание и накопление аллювия) охватывают определенные участки речных долин и проявляются не только в определенный отрезок времени каждый, но не одновременно. Различие между этими двумя категориями флювиальных процессов (размыв и отложение; врезание и накопление аллювия), по выражению Дж.Мекина (Maskin, 1948), аналогично тому, которое метеорологи делают между погодой и климатом, и имеет такое же важное значение. По нашему мнению, наиболее правильным представляется разделять мнение И.П.Карташова (1972). Этот исследователь предлагал ограничить применение общего термина "флювиальные рельефообразующие процессы" врезанием, накоплением аллювия и состоянием динамического равновесия, которое, несомненно, стоит в одном ряду с этими процессами, само являясь процессом длительной взаимокompенсации размыва и отложения. Этим ограничением

подчеркнуто отсутствие обязательной непосредственной связи между русловыми геологическими процессами и основными изменениями рельефа - повышением или понижением уровня земной поверхности. И.П.Карташов отмечает, что это терминологическое ограничение имеет иногда довольно условный характер. Сама граница между этими двумя категориями процессов нередко может быть проведена лишь условно. Возможны случаи, когда в течение длительного времени вообще не проявляется процесс отложения, а на участках накопления аллювия не проявляется процесс размыва. В таких случаях понятия "размыв" и "врезание", так же как и понятия "отложение" и "накопление аллювия", просто совпадают.

Формирование флювиального рельефа под непосредственным воздействием русловых процессов не имеет прямой связи с направленными изменениями высоты земной поверхности. Те изменения высоты земной поверхности, которые при этом происходят благодаря деятельности русловых геологических процессов, очень быстро сменяются обратными и, в конечном счете, взаимокompенсируются. Поэтому непосредственные наблюдения за процессами размыва и отложения, даже многолетние, далеко не всегда позволяют решить вопрос о направленности флювиального рельефообразующего процесса. Не всегда, как справедливо заметил И.П.Карташов, "в чередованиях процессов размыва и отложения можно уловить преобладание одного над другим" (1972, с.12). Геологическим (геоморфологическим) равновесием реки следует, по-видимому, называть такое состояние, при котором в течение определенного отрезка времени, достаточно длительного для проявления процесса врезания или процесса накопления аллювия, под действием этой реки не происходит направленных изменений высоты земной поверхности. Процессы размыва и отложения при этом, очевидно, взаимокompенсируются, а изменения высоты формирующейся поймы представляют собой лишь колебания возле одного и того же уровня. Геологическое равновесие речных долин обусловлено равновесием между размывом и отложением, которое, в свою очередь, определяется равновесием между количеством выносимого рекой и поступающего в нее



материала. Это состояние геологического равновесия, в конечном счете, зависит от равновесия между силой водного потока и интенсивностью процессов выветривания и денудации. Так как все эти величины постоянно и неравномерно изменяются, геологическое равновесие не статично, а динамично (Карташов, 1972).

До сих пор в Латвии, как и во всей Прибалтике и обширной территории Северо-Запада Русской равнины, не проводились такие исследования, которые позволили бы судить о характере современных русловых геологических процессов и направленности флювиальных рельефообразующих процессов. Имеются лишь отрывочные данные об отдельных реках, но отсутствуют конкретные количественные и качественные показатели, характеризующие долинно-речную сеть определенных территорий (геоморфологических районов и т.д.). Это, в частности, объясняется в целом недостаточным изучением речных долин.

В основу исследований, выполненных автором на территории Латвии, положен простой, но трудоемкий метод сравнительного анализа и сопоставления аэрофотоснимков и мелко-масштабных карт, изучения морфологии пойм, продольных профилей и уклонов рек, типа руслового процесса, геологического строения пойм и террас, с проверкой данных полевыми наблюдениями. Изучению были подвергнуты реки протяженностью более 10 км. В результате анализа сопоставленных геологических, геоморфологических и картографических данных, составлена картосхема рельефообразующих процессов рек Латвии (рис. I). Выполненные после этого расчеты позволили установить характер флювиальных процессов как на отдельных бассейнах рек, так и по отдельным геоморфологическим районам и в республике в целом. Расчеты выполнялись, в основном, А.Кехре (студенткой географического факультета ЛГУ им. П. Стучки).

Обычно считалось, что в Прибалтике, где долинно-речная сеть молодая, сформировавшаяся лишь за последние 10-12 тыс. лет, продольные профили рек не выработаны, поэтому реки интенсивно врезаются, особенно, на возвышенностях.

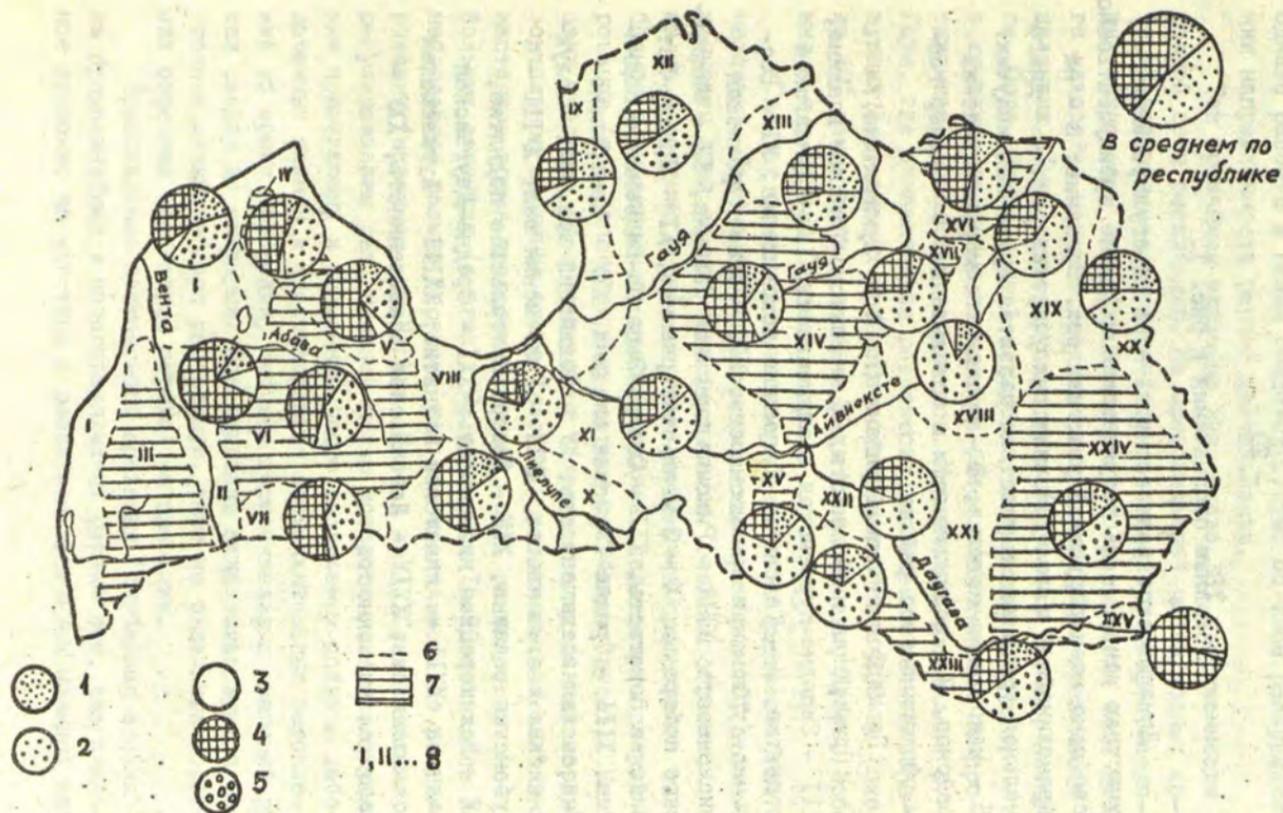


Рис. 1. Картограмма рельефообразующих процессов рек Латвийской ССР

Условные обозначения к рис. I.

Динамическое равновесие: 1 - на нерегулированных участках рек, 2 - на регулированных (ранее преимущественно-свободно меандрирующих) участках рек. Врезание: 3 - на прямолинейных и пологоизвилистых участках рек, 4 - диагональное врезание на участках развития врезанных излучин. 5 - накопление аллювия, 6 - границы геоморфологических районов, 7 - возвышенности и всхолмления, 8 - номер геоморфологического района.

Геоморфологические районы (по А.И. Яунпутниню):

I - Приморская низменность, II - Вентско-Усмская впадина, III - Западно-Курземская возвышенность, IV - Дундагское поднятие, V - Талсинско-Тукумское всхолмление, VI - Восточно-Курземская возвышенность, VII - Южно-Курземская низменность, VIII - Рижская песчаная равнина, IX - Видземское побережье, X - Земгальская равнина, XI - Средне-Латвийская покатость, XII - Северо-Западно-Видземское поднятие, XIII - Средне-Гауйская впадина, XIV - Центрально-Видземская возвышенность, XV - Селийский вал, XVI - Алуксненская возвышенность, XVII - Гулбенский вал, XVIII - Лубанская равнина, XIX - Северо-Латгальское поднятие, XX - Велюкорецкая низменность, XXI - Средне-Даугавская равнина, XXII - Акнистское поднятие, XXIII - Аугшземская возвышенность, XXIV - Латгальская возвышенность, XXV - Полоцкая низменность.

Однако расчеты в целом свидетельствуют об ином распределении направленности речной деятельности.

Так врезанием охвачено лишь около 38% протяженности речной сети республики. На преобладающей части водных артерий свойственно динамическое равновесие рельефообразующих процессов. В стадии динамического равновесия чаще всего находятся малые и средние реки с неглубоко врезанными долинами. Лишь самые крупные реки (Даугава, Салаца, Лиелупе, Огре, Вента и др.) с глубоко врезанными долинами, вскрытыми коренные породы, на более значительных по протяженности участках, врезаются. Исключение составляет р. Гауя, где динамическое равновесие проявления рельефообразующих флювиальных процессов охватывает более 200 км (около 40% длины реки), а также реки Миса, Иецава, Дубре, Ирбе, низовья р. Вента, Педедзе и др.

Следует отметить существенное влияние вмешательства человека. Так по выполненным расчетам примерно 50% протяженности всей речной сети республики (главным образом, малые и средние реки), которым ранее было свойственно свободное и ограниченное меандрирование, подвергнуто регулированию (т.е. спрямлению и местами углублению русел). На этих участках (как показывают полевые исследования) горизонтальные смещения русла (размыв и отложение аллювия) в настоящее время проявляются слабо, лишь на отдельных небольших отрезках (очагах). За последние 15-20 лет здесь не наблюдается размыв берегов, как это имело место до регулирования (например, рр. Иецава, Миса и др.). Следовательно, регулированием рек, главной целью которого являлось осушение прилегающих к пойменным, часто заливаемым долинам заболоченных равнин и предотвращения продолжительных затоплений во время половодья, процесс горизонтальных смещений русел сведен до минимума. Все признаки свидетельствуют о состоянии динамического равновесия, хотя на отдельных коротких отрезках намечается переход на врезание.

Преобладание постоянного врезания (глубинная эрозия на прямолинейных и пологоизвилистых руслах рек, диагональное врезание на участках с развитием врезанных меандр) над

динамическим равновесием характерно лишь для речной сети некоторых геоморфологических районов, как возвышенностей (Центрально-Видземская, Алуксненская (Восточно-Курземская), Талсинско-Тукумское всхолмление), так и ряда низменностей (Земгальская равнина, Южно-Курземская и Полоцкая низменности, Вентско-Усмская впадина), где длина врезающихся участков рек составляет 50-80% от общей протяженности водотоков (рис. I). В пределах же большинства геоморфологических районов господствующее значение имеет динамическое равновесие рельефообразующих флювиальных процессов, в особенности на территории Рижской песчаной равнины и Лубанской равнины (90-95%). Особенно выделяется вся западная Латвия (включая и Земгальскую равнину), где почти во всех геоморфологических районах 45-80,4% от протяженности рек находятся в стадии врезания (рис. I). Можно полагать, что кроме местных причин геологического строения и рельефа повышенная активность к врезанию рек Курземского полуострова в какой-то степени обусловлена положительными движениями земной коры, имевшими здесь место в позднеледниковье и в первой половине голоцена. Поднятие земной коры существенным образом повлияло на широкое развитие в долинах регрессивной эрозии, которая вместе с частыми понижениями базиса эрозии не способствовала выполаживанию продольных профилей рек, а образованию многих локальных базисов эрозии (выходы относительно трудноразмываемых пород). В результате этого всю вторую половину голоцена работа рек направлена на выполаживание неровностей продольных профилей. Существенную роль, кроме геологических факторов, препятствующих быстрому выполаживанию продольных профилей, играет и гидрологический режим, а именно, на малых и средних реках заметные русловые геологические процессы проявляются лишь во время коротких весенних паводков, реже за летне-осенние паводки.

Накопление аллювия в целом ограничено лишь низовьями отдельных рек вершины Рижского залива (Гауя, Лиела Югла и др.).

Основной чертой в направленности флювиальных рельефо-

образующих процессов на территории Средней Прибалтики является их в целом постоянный, унаследованный характер, в особенности на магистральных реках. Так на террасированных участках долин крупных рек (Даугава, Вента, Салаца и др.), продолжительность врезания исчисляется 10-12 тыс. лет. В свою очередь, состояние динамического равновесия без смены фазами врезания или накопления аллювия, на отдельных участках ныне свободно меандрирующих рек, впадающих непосредственно в Балтийское море или в Рижский залив, ограничено последними 3000-6000 тыс. лет, а в пределах верхних и средних течений рек - еще более длительным отрезком времени.

Определенный интерес имеет сопоставление наших данных с результатами исследований, выполненных С.И.Пиньковским (1960) и интерпретированных Ю.А.Мещеряковым (1963). Для установления влияния современных тектонических движений Русской платформы на геологическую работу рек С.И.Пиньковским была составлена карта основных типов русел рек Европейской части СССР. Для этой цели произведен подсчет длины немеандрирующих (т.е. врезающихся) русел рек и определен их процент по отношению к общей длине русел рек в данном контуре. Согласно этой карте на территории Прибалтики длина немеандрирующих рек составляет 50% и более, достигая 73-81% на территории Средней Прибалтики. Представляется, что протяженность немеандрирующих (т.е. врезающихся) рек, в особенности, на территории Латвии сильно завышена из-за неточных критериев оценки флювиальных рельефообразующих процессов (врезание, накопление аллювия) лишь по внешним морфологическим признакам русел рек (меандрирующая, немеандрирующая река) по картам, без учета строения пойм и террас. Наши исследования, однако, показали, что даже прямолинейные или пологоизвилистые русла рек далеко не всегда являются достоверными признаками врезающихся рек, ибо их поймы могут быть построены по инстративному типу (например, р.Даугава в пределах Восточно-Латвийской низменности между г.Даугавпилс и пос.Ерсика, р.Айвиесте до пос.Ляудона). Другими словами, главным критерием должно быть определение

динамической фазы развития долины по общей мощности и фациальной структуре аллювиальных свит пойм и террас.

В своих работах Ю.А.Мещеряков (1981), Мещеряков и Филькин, 1960) показал, что при анализе карт уклонов рек, аномальные участки продольных профилей на разных реках нередко объединяются в полосы или зоны аномальных падений. Почти непрерывная полоса аномальных участков по данным Ю.А. Мещерякова тянется вдоль побережья Финского и Рижского заливов. Сопоставление карт падений рек западной части Русской равнины с картой современных тектонических движений этой территории подтвердило связь аномальных участков с молодыми движениями (Мещеряков, 1961, 1981). Отмечается, что зоны аномальных падений рек, как правило, следуют вдоль краев областей молодых поднятий. Если это так, то, следовательно, в такие полосы должны группироваться и участки рек по направленности речных рельефообразующих процессов. Генерализация составленной детальной карты флювиальных рельефообразующих процессов территории Латвии позволила установить, что в определенных районах участки врезающихся рек действительно группируются в отдельные ареалы или полосы (рис.2).

Но они более или менее равномерно распределяются по всей территории, кроме отдельных геоморфологических районов, отмеченных уже ранее. Полосы, в пределах которых группируются участки интенсивно врезающихся рек, выделяются на острововидных возвышенностях. В первую очередь, это маргинальные склоны Центрально-Видземской возвышенности с радиальным (центробежным) типом рисунка речной сети в плане, западные покатые склоны Восточно-Курземской возвышенности, а также наклонная поверхность Вентско-Усмской впадины, Средне-Латвийской покатости и Земгальской равнины. Но обычно в пределах этих полос, ширина которых изменяется от 0.5-10 до 20-50 км, длительное врезание вполне может быть объяснено не тектоническими причинами, а большими первоначальными перепадами высот (100-180 м) между истоками на возвышенностях и устьями рек в пределах низменностей, или же вскрытием на коротких отрезках в долинах низменностей различных по устойчивости и размыву пород.

К аналогичному выводу (т.е. отсутствие четкой повсеместной связи между характером и интенсивностью современных вертикальных движений земной коры и распределением полос постоянного врезания рек) можно прийти, сопоставляя карты врезания рек (рис.2) и современных движений за последние десятилетия (рис.3,4), а также с картой молодых (средне- и позднеголоценовых тектонических движений на территории Прибалтики (рис.5).

Так хорошая согласованность между направленностью развития флювиальных процессов и положительными движениями намечается лишь в пределах отдельных геоморфологических районов Средней Латвии (Центрально-Видземская возвышенность, Средне-Латвийская покатость), а с отрицательными движениями - в пределах Рижской песчаной равнины (низовья р.Гауя и др.) и побережья Балтийского моря (рр.Ирбе, Вента, Ужава). В остальных районах прямой связи, по-видимому, не существует. Гораздо более высокая степень связи намечается между направленностью речной эрозионно-аккумулятивной деятельности и молодыми (средне- и позднеголоценовыми тектоническими движениями (рис.2,5).

Таким образом, подводя итог изложенному, можно сделать вывод, что распределение полос врезания рек в целом не имеет прямой связи с современными вертикальными тектоническими движениями земной коры.

Часто определенные полосы интенсивного врезания выделяются вдоль магистральных, глубоко врезанных долин, например, вдоль долины среднего и нижнего течения р.Гауя (до пос.Инчукалнс) и среднего течения р.Вента (рис.2). Но следует отметить, что в подобных полосах направленность флювиальных рельефообразующих процессов в долине главной реки и в долинах притоков могут быть совершенно различными. Так известно (Аболтиниш, 1971), что р.Гауя в пределах среднего и отчасти нижнего течения находится в целом в стадии динамического равновесия, в то время как ее притоки на протяжении нескольких десятков километров несомненно испытывают интенсивное врезание (рис.2).

Важным фактором, определяющим характер продольных

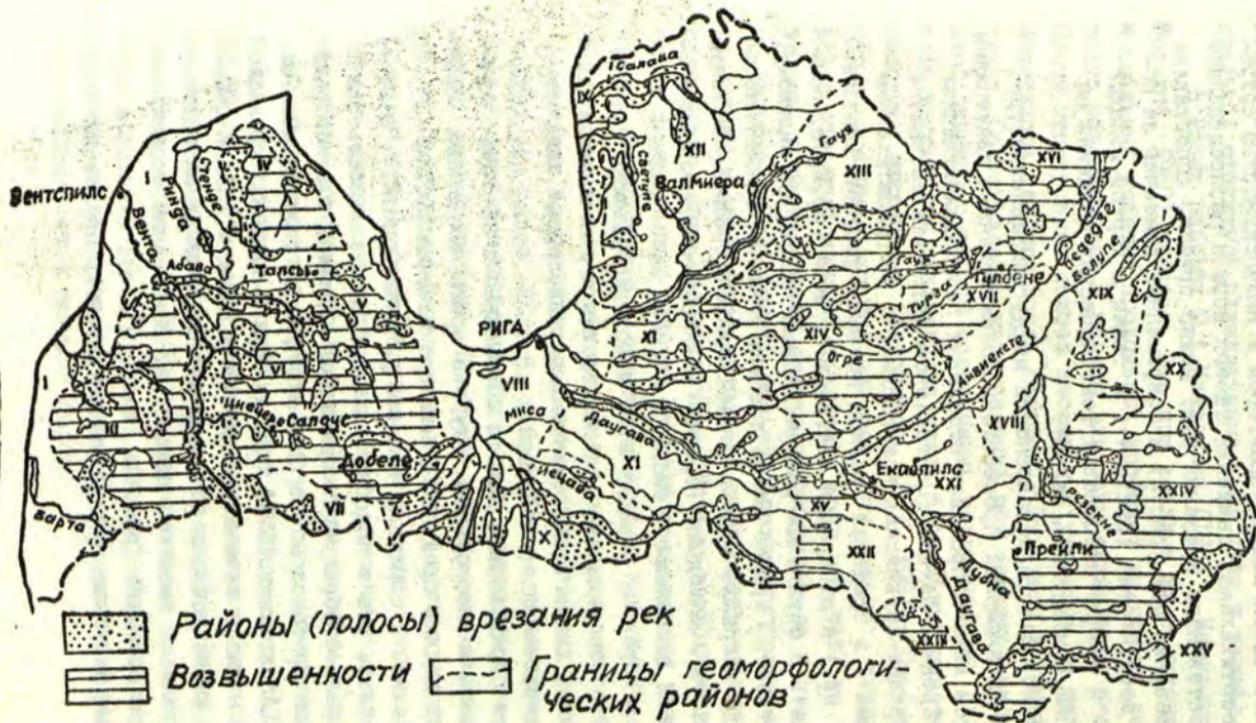


Рис. 2. Картограмма распределения основных полос врезания рек Латвийской ССР

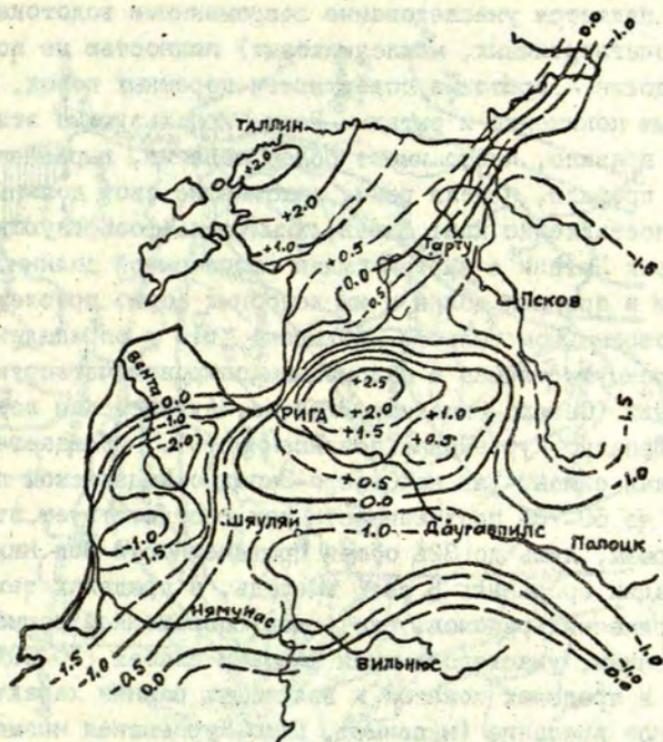


Рис. 3. Карта современных движений земной коры Северной и Средней Прибалтики (Ю.Ю. Рандяров, 1968)

— +1.0 — изобазы современных вертикальных движений земной коры

профилей рек и, следовательно, направленность флювиальных процессов, является унаследование современными водотоками древних (дочетвертичных, межледниковых) полностью не погребенных долин — врезов в поверхности коренных пород, долинообразных понижений и рытвин. Реки, использующие эти формы, как правило, часто имеют более пологие, выравненные продольные профили, нежели реки, заложившие свои долины заново. Сопоставление карт флювиальных рельефообразующих процессов рек Латвии с картой связи современной долино-речной сети и древних долин и им подобных форм, прослеживаемых в современном рельефе, показало, что в определенных районах, преимущественно с маломощным покровом четвертичных отложений (Северо-Западная Видземе, Аугшземская возвышенность, Западно-Курземская возвышенность), наблюдается весьма четкая связь. Так на Северо-Западно-Видземском поднятии, где до 60-70% протяженности рек соответствует этим древним формам, лишь до 32% общей протяженности рек находятся в стадии врезания. В свою очередь, в пределах тех геоморфологических районов, где связь современной речной сети с древними, унаследованными формами слабая (10-30%), рекам даже в пределах покатых и волнистых равнин характерно постоянное врезание (например, Южно-Курземская низменность).

Таким образом, на изложенном материале видим, что распределение полос или отдельных ареалов, где намечается постоянное врезание рек, определяется различными факторами; характером рельефа и геологическим строением, унаследованностью современными речными системами древних палеоврезов, долинообразных понижений и рытвин, глубиной вреза главных, магистральных долин, суммарным гляциоизостатическим и тектоническим поднятием территории в позднеледниковье и в первой половине голоцена и др.

Несмотря на молодость речных долин и невыработанность, ступенчатость их продольных профилей, в большинстве геоморфологических районов территории Латвии (и для республики в целом), реки находятся в стадии динамического равновесия. Направленность флювиальных процессов имеет в целом унаследованный характер.

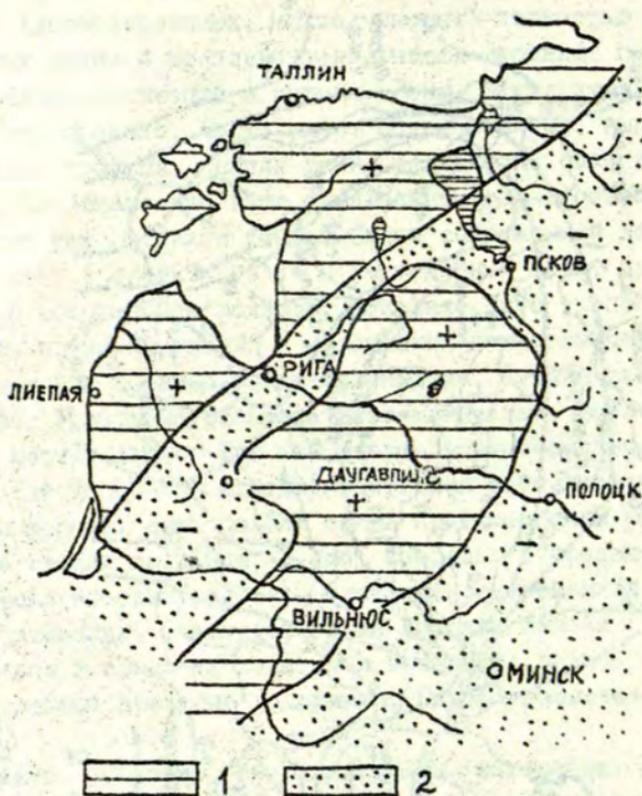


Рис. 5. Молодые (средне - и позднеголоценовые) тектонические движения на территории Прибалтики (В. Гудалис, 1967)

1 - области преобладающего поднятия земной коры, 2 - области преобладающего опускания земной коры

Литература

- Аболтиньш О.П. Развитие долины реки Гауя.-Рига, 1971,-105 с.
- Гуделис В.К. Рельеф и четвертичные отложения Прибалтики. -Вильнюс, 1973.-264 с.
- Карташов И.П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран. - Труды геол.ин-та, М., 1972, вып.245, 184 с.
- Мещеряков Д.А. Избранные труды. Рельеф и современная геодинамика.- М., 1981.- 277 с.
- Мещеряков Д.А. Вековые движения земной коры. Некоторые итоги и задачи исследований. - В кн.: Современные движения земной коры. М., 1963, № I,
- Мещеряков Д.А., Филькин В.А. Опыт составления карты падений рек и ее тектонической интерпретации. - В кн.: Вопросы применения картографических методов при географических исследованиях. М., 1960.
- Пиньковский С.М. Карта основных типов русел равнинных рек СССР (Русская равнина, Западная Сибирь). - В кн.: Труды III Всесоюзн.гидродеол.съезда, 1960, т.5.
- Рандярв Д.Д. Характер и скорости современных движений земной коры в Прибалтике. - В кн.: Современнне движения земной коры. М.,1968,№3,с.200-210.
- Maskin J.H. Concept of the graded river. - Bull.Geol.Soc. America, 1948, 59, № 5.

Е.А.БУЛГАКОВА

ВНИИМОРГЕО

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ И ДИНАМИКИ СОВРЕМЕННОГО
БЕРЕГА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Контур современного берега Балтийского моря в пределах Латвии унаследован со времен Литоринового моря. В течение стадий Литоринового моря образовались многочисленные пересыпи лагун и другие береговые аккумулятивные формы, вдоль мористого края которых в основном расположен современный берег. Реликты лагун сохранились в виде озер Лиепаяс, Палес и других.

Крупная пересыпь, отделившая литориновую лагуну на участке от границы с Литвой до г. Лиепая (несколько севернее его), имеет ширину от 0,3 до 4,0 км и представляет собой сочленившиеся бары и косы. На мористом краю пересыпи наблюдаются гряды дон, которые в районе пос. Бернаты и южнее пос. Юрмалциемс достигают абсолютных отметок в 36 м. Количество донных гряд достигает шести. Гряды с крутыми склонами, поросшие лесом. Особенно крутой, обращенный в сторону суши подветренный склон. Донные гряды параллельны современному берегу моря.

Далее на север от района мыса Акменьрагс до пос. Юркале в литориновое время берег подвергался абразии. От вершины м. Акменьрагс до г. Павилоста уступ врезан в пески Балтийского ледникового озера, а севернее - в ледниковые отложения. На последнем отрезке берег абрадируется и в настоящее время.

От пос. Сарнате до пос. Сталдзене Вентспилскую лагуну от моря отделяет крупная пересыпь, поверхность которой тоже покрыта грядами дон.

Участок от пос. Сталдзене до м. Колка приурочен к зоне наиболее сильной аккумуляции в литориновое время. Ширина аккумулятивной суши колеблется от 4 до 13 км. На ее поверхности наблюдается несколько рядов береговых валов и донных гряд. Здесь выделяются аккумулятивные выступы м. Овиши и м.

Колка.

В течение литориновой стадии в большинстве случаев на рассматриваемом участке побережья процессы прибрежно-морской аккумуляции имели весьма интенсивный характер. Особенно активно они проявились во время трансгрессии Литоринового моря. Развитие берега шло по пути упрощения его первоначального контура. Источником материала литориновых аккумулятивных форм служили отложения, развитые на подводном береговом склоне.

В связи с перестройкой профиля подводного склона в период трансгрессий происходила интенсивная подача материала вверх по подводному склону к верхней части прибрежного мелководья. В регрессивную же фазу осуществлялась сильная аккумуляция в полосе пляжа. С ней и связано формирование пересыпей литориновых лагун (Ульст, 1963).

Формирование Юрмалциемских и Бернатских дюн происходило, видимо, в послелиториновое время. Значительные мощности песчаного материала, заключенного в этих дюнах, указывают на их длительную связь с пляжем. Поступление песчаного материала на пляж в послелиториновое время вплоть до современной стадии было значительным. Этому способствовали медленное понижение уровня моря и медленный темп выдвижения берега. Интенсивность поступления песчаного материала во время формирования самых ранних дюн была наибольшей и потом постепенно уменьшалась. Абсолютные отметки поверхности донных валов уменьшаются в направлении от суши к берегу моря.

Современный берег Балтийского моря в пределах Латвийской ССР подразделяется на следующие типы: аккумулятивный песчаный, аккумулятивный песчано-галечный, берег динамического равновесия, абразионный берег с низким уступом (1,0-5,0 м), абразионный берег с высоким (5,0-15,0 м) уступом.

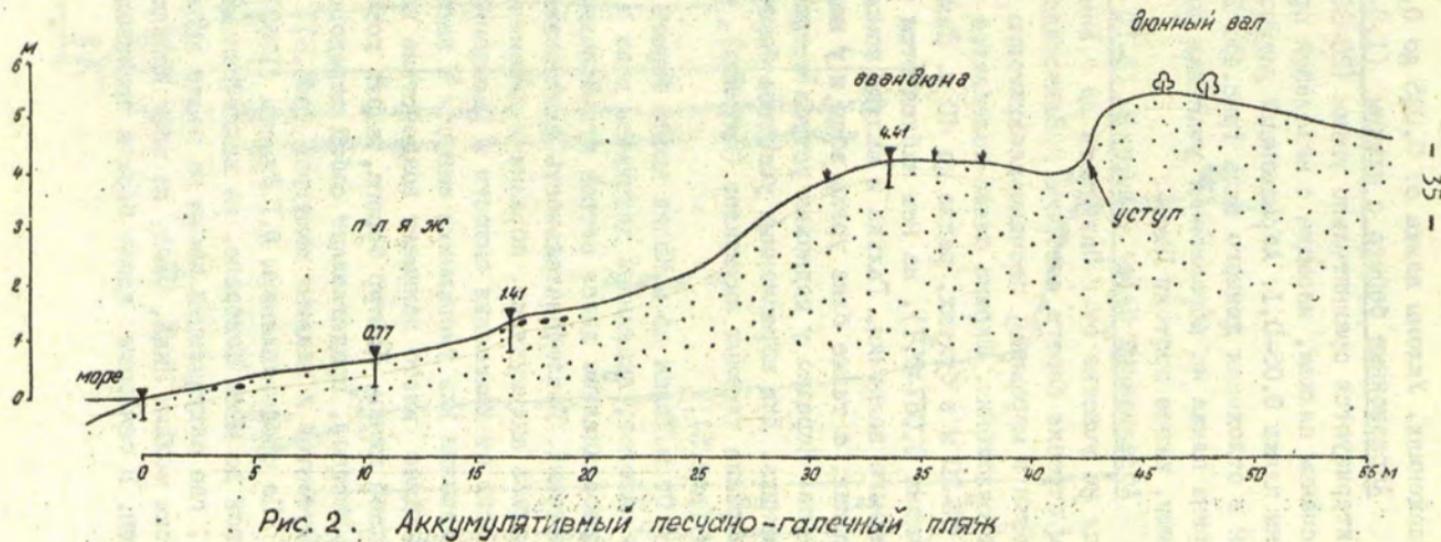
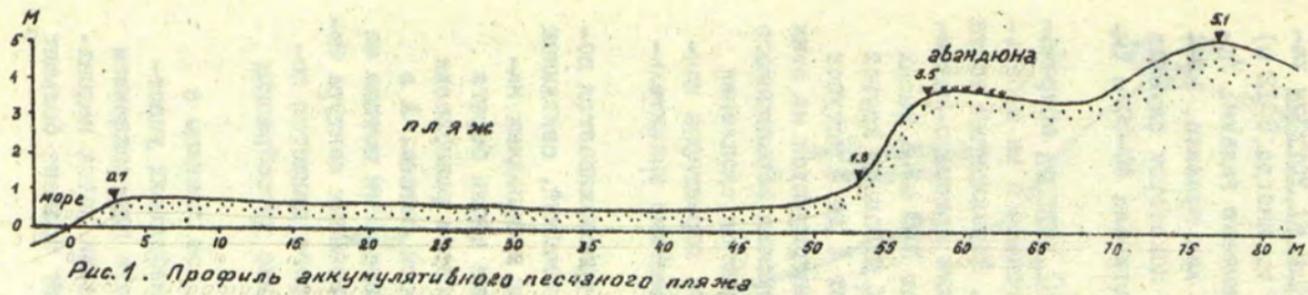
Аккумулятивный песчаный берег характеризуется пологим, довольно широким (35-70 м) песчаным пляжем с авантюной. Пляж неполного профиля односклонный с уклонами 0,03. Слоистость пляжевых отложений во всезнаблюдаемых случаях

имела вид серий параллельных слоек и была обусловлена чередованием слоев песка различной крупности, изредка попадались тонкие прослойки гравия. Внешний край пляжа фестончатый, имеет вид выступов и микробухт. Расстояние между вершинами двух выступов не превышает 20 м, в вершинах бухт повсеместно наблюдаются уступы размыва высотой 10-15 см. Согласно В.П.Зенковицу (1962) пляж такого типа находится в фазе нарастания. Авандюна прослеживается, как правило, в виде хорошо выраженного вала различной величины. Его высота колеблется от 1,5 до 3,5 м, в зависимости от степени подачи песчаного материала на пляж, и лишь на участке берега м.Овиши-устье р.Ирбе авандюна достигает высоты 4,5 м. Часто гребень авандюны осложнен ложбинами дефляции. На отдельных участках вблизи подножия авандюны наблюдается невысокий (в несколько десятков сантиметров) вал, состоящий из эмбриональных холмиков золотой аккумуляции. В других случаях эти холмики прислонены прямо к подножию авандюны (рис. 1).

Аккумулятивный песчано-галечный берег характеризуется односклоновым пляжем шириной в 30-40 м, в редких случаях 45-50 м. Его поверхность имеет большие уклоны - 0,038-0,04, авандюна значительно ниже (не больше 1,5, редко - 2,0 м). Галька сосредоточена преимущественно у уреза воды и в месте залеска высоких волн, местами над невысоким уступом среднего волнения, а также у подножия авандюны (рис.2).

К типу берега динамического равновесия относятся:

а) участки берега с пологим песчаным и песчано-галечным пляжем, где на месте авандюны появляются лишь небольшие эмбриональные холмики золотой аккумуляции, прислоненные к "древнему" донному валу или отмершему абразионному уступу, б) к этому же типу берега относятся также те участки, на которых авандюна носит следы периодического размыва, в) сюда же можно отнести участки с песчаным и песчано-галечным пляжем, имеющие абразионные уступы в донном валу, выработанные во время шторма 1967 года, но в настоящее время, как правило, не подвергающиеся абразии, а также участки берега с отмершим уступом в песчано-алевритовых и моренных



отложениях. Уклоны пляжа от 0,035 до 0,05 (рис.3 а,б,в).

Абразионные берега с низким (1,0-5,0 м) уступом характеризуются сравнительно узким (20-30 м, иногда 8-12 м) песчаным пляжем, изредка с небольшой примесью гальки. Уклоны пляжа 0,05-0,1. Абразионный уступ, как правило, врезан в отложения донного вала (рис.4). В некоторых случаях ширина пляжа на абразионных участках достигала 40-50 м (м. Овиши, южнее протоки Папе).

Абразионный берег с высоким (5-15 м) уступом встречается на участке от г.Павилоста до г.Вентспилс и на небольшом отрезке берега севернее г.Вентспилс. Абразионный уступ врезан в моренные, песчано-алевритовые или гравийно-галечные отложения. Ширина пляжа колеблется от 3-8 м на мысах до 15-20 м в бухтах, редко до 40 м. Пляж довольно крутой (уклоны 0,087-0,1), на нем наблюдаются от 1 до 3 уступов среднего волнения. Галька и валуны концентрируются на этих уступах, а также близ уреза воды и у подножия абразионного уступа. Нередко у подножия уступа встречаются скопления плавника. Для абразионных участков берега характерна концентрация тяжелых минералов (пятизема), местами значительная (рис.5).

От м.Таран до м.Колка вдоль берега прослеживается поток наносов, вызванный действием волн и течений, связанных с преобладанием здесь ветров юго-западных и западных направлений. Последовательность расположения вдоль берега участков аккумуляции, абразии и динамического равновесия зависит от изменения емкости и насыщенности потока. А в увеличении или уменьшении емкости и насыщенности потока не последнее место занимает воздействие изменения контура береговой линии. Контур берега, вдоль которого движется поток наносов, представляет собой чередование дугообразных возвышенностей и плавных выступов (рис.6).

По представлениям В.Г.Ульста (1963), от границы с Литвой до мыса Миетрагс, за исключением небольших участков, где аккумуляция песка на пляже вызвана преграждением потока молами Нида, Папе, на всем протяжении поток недонасыщен. В основном вдоль берега происходит транзит больших

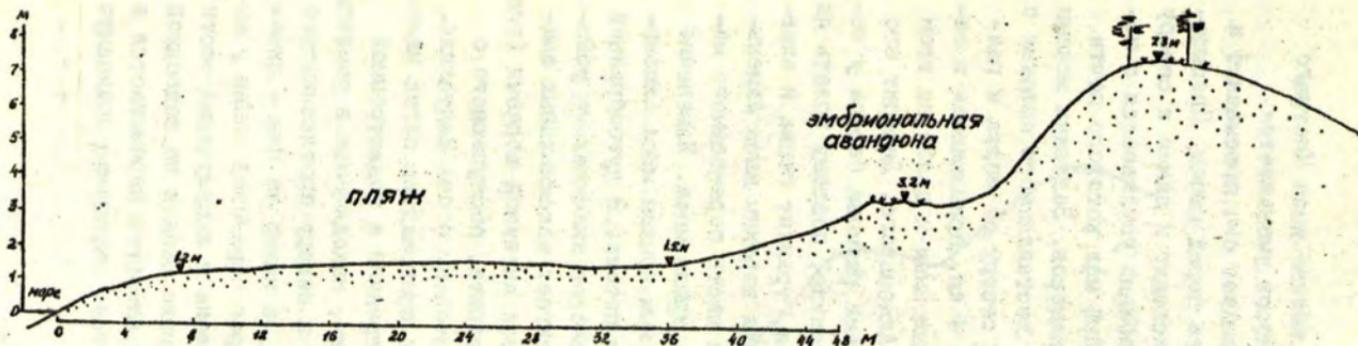


Рис. 3а. Профиль пляжа берега динамического равновесия с эмбриональными холмиками золотой аккумуляции

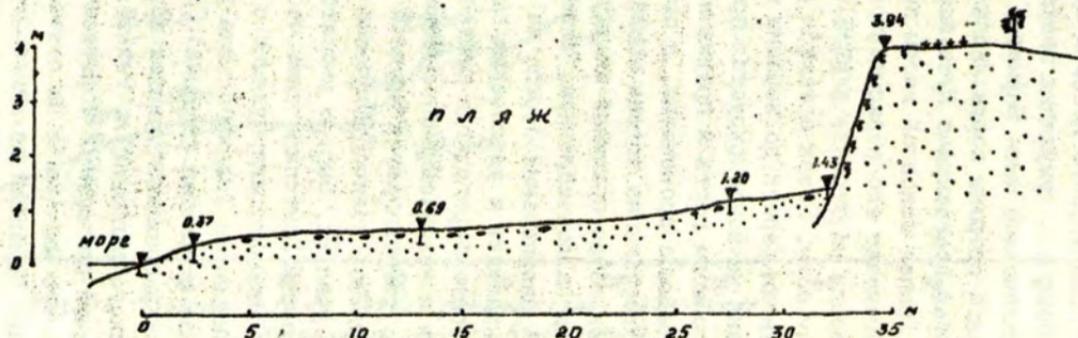


Рис. 3б. Профиль пляжа берега динамического равновесия с отнершим уступом

масс мелкопесчаного материала. При обходе мыса Миетрагс скорость вдольберегового потока наносов уменьшается. Уменьшается емкость потока, что вызывает его пресыщение и аккумуляцию мелкого песка и алеврита перед мысом. Пресыщение потока и аккумуляция песка происходят и далее к северу (за исключением мыса Бернаты) и особенно усиливается с наветренной стороны порта Лиепая, южный мол которого почти полностью преграждает путь потоку наносов. Задержка молами порта Лиепая основной массы песка, доставляемого потоком с юга, вызывает его ненасыщенность к северу от порта и размыв берега на отрезке длиной около 4 км, примыкающем к северному молу. Поток остается ненасыщенным и далее на всем протяжении берега до вершины мыса Акменьрагс. Дефицит его нагрузки не компенсируется продуктами размыва берега у северного мола порта и против н.п.Зиемупе, поэтому вплоть до вершины мыса происходит, в основном, транзит песка и алеврита. Торможение потока после обхода вершины мыса Акменьрагс является причиной аккумуляции части переносимого материала на подветренном, северном крыле мыса. Изменение общего направления берега за северным крылом мыса Акменьрагс приводит к увеличению емкости потока. В дугообразной вогнутости берега, где движение наносов значительно ускоряется и недонасыщение потока достигает максимальных значений, располагается крупный участок активной абразии (рис. 6). Большое количество песка и алеврита, поступающего с этого участка, быстро уносится в сторону порта Вентспилс. Молы порта Вентспилс лишь частично преграждают поток наносов и вызывают аккумуляцию с наветренной и подветренной стороны порта (на небольшом участке, находящемся в теневом углу от штормовых течений). Далее к северу протяженностью в 6 км расположен участок абразии, а вслед за ним - динамического равновесия. Резкий поворот береговой линии у мыса Овиши приводит к торможению потока и аккумуляции части песчаного материала на северном крыле мыса и на подводной отмели. Основная же масса песка и алеврита перемещается к мысу Колка, где полностью отлагается, наращивая подводную отмель.

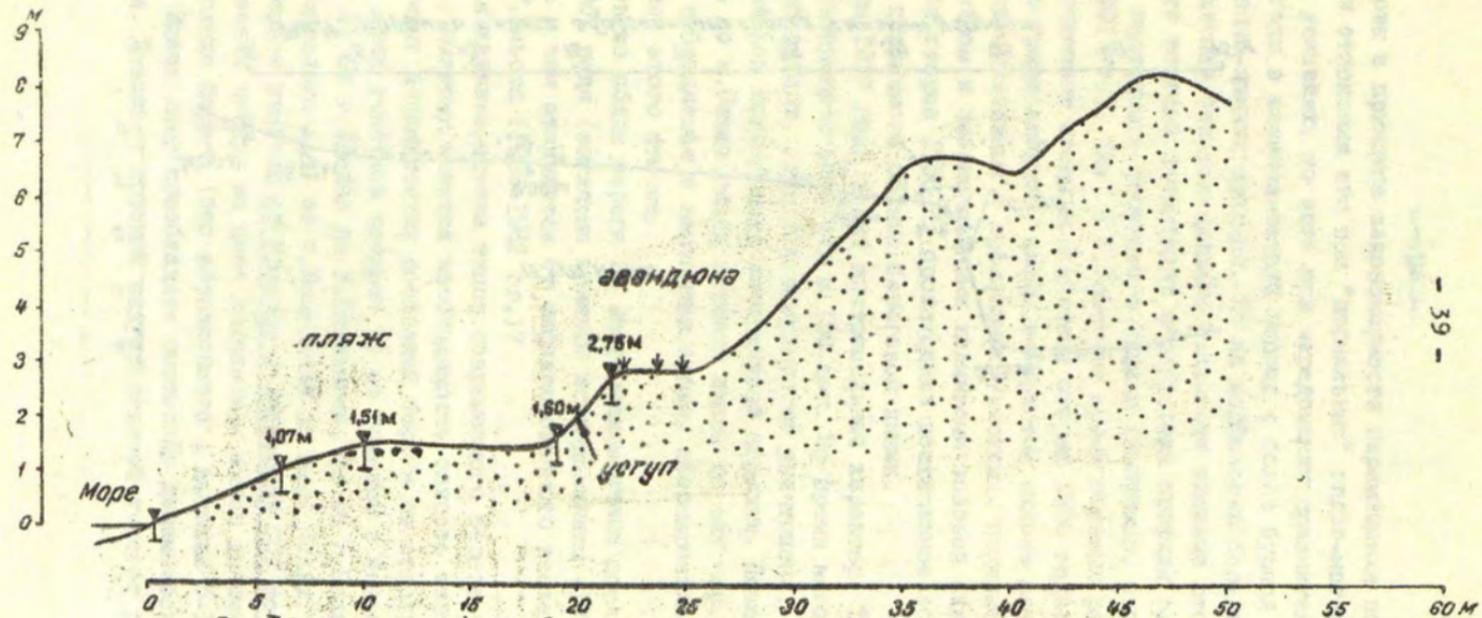


Рис. 38. Профиль пляжа берега динамического равновесия с врезанным уступом в авантюна.

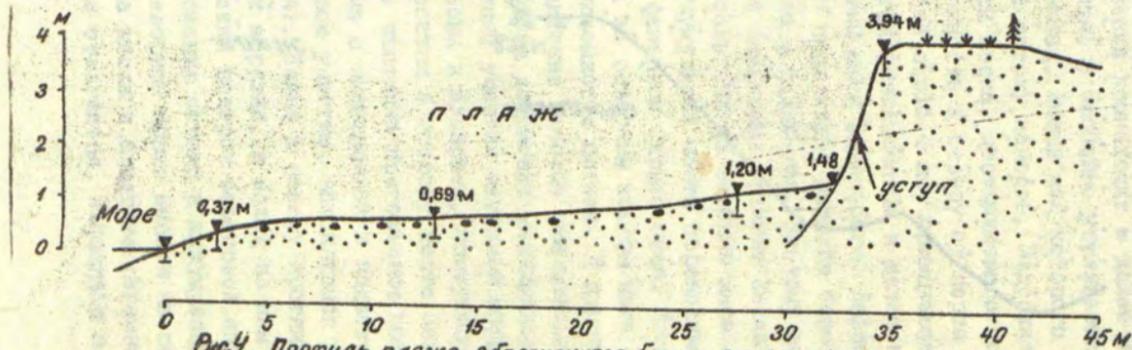


Рис. 4. Профиль пляжа абразионного берега с низким уступом

Таковы в принципе закономерности перемещения потока наносов и отложения его при "нормальных" гидро-метеорологических условиях, то есть при чередовании сравнительно тихой погоды в весенне-летний период с более бурной во время осенне-зимних штормов. Но на морфологию берега Восточной Балтики большое влияние оказывают сильные штормы, в результате которых происходит перестройка профиля пляжа и частично подводного берегового склона (например, штормы 1956 и 1967 гг.). Так, В.Г.Ульст во время полевых работ в 1960 г. отмечает следы воздействия шторма 1956 года: это прорывы в гряде авандюн, клифы в мористом склоне авандюн и дун на аккумулятивных и транзитных участках, прикрытые эоловым шлейфом и эмбриональными холмиками эоловой аккумуляции. После шторма 1956 г. происходило постепенное восстановление первичного облика береговой линии.

Шторм 1967 года носил экстремальный характер. Такие штормы повторяются один раз в 100 лет. Во время него берег был сильно размыв, авандюна повсеместно уничтожена, и первый донный вал подвергался интенсивной абразии. Повсеместно вплоть до м.Овиши следы абразии видны до сих пор. Авандюна же, наблюдаемая в настоящее время, сформировалась вновь после этого шторма.

Каков же облик берега на современном этапе после шторма 1967 года (согласно полевым исследованиям (1975-1978 гг.) и чем отличается от зафиксированного исследованиями В.Г.Ульста (1959-1962 гг.)?

Общая характеристика типов современного берега была дана выше, поэтому имеется необходимость описать чередование различных динамических состояний берега по отдельным участкам. Этих участков четыре: 1) от границы с Литвой до г.Лиепая; 2) от г.Лиепая до г.Павилоста; 3) от г.Павилоста до г.Вентспилс и 4) от г.Вентспилс до мыса Колка.

На первом участке от границы с Литовской ССР до г.Лиепая встречены четыре из пяти выделенных типов динамического состояния берега (без абразионного с высоким 5-15 м уступом). Здесь явно преобладает состояние динамического равновесия. Довольно крупный аккумулятивный участок распо-

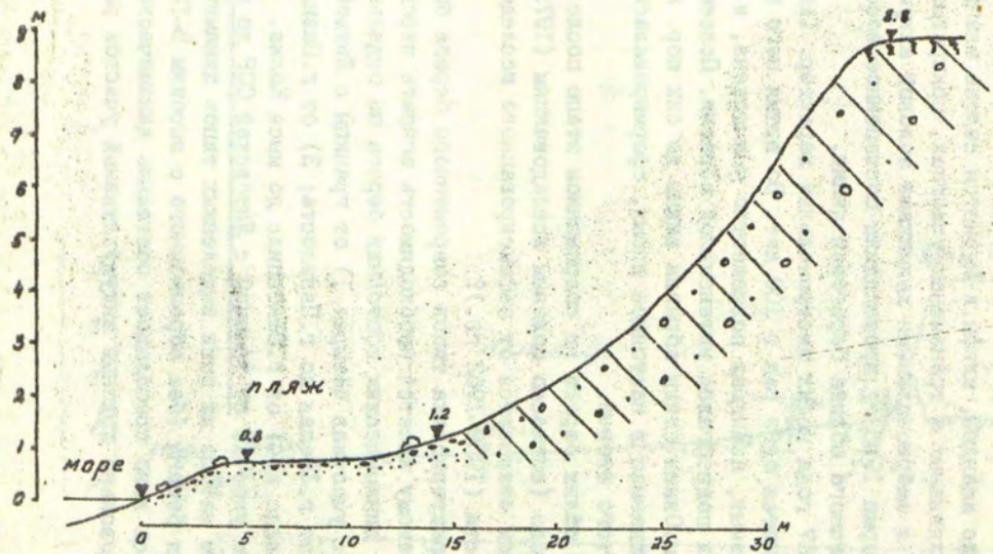


Рис.5. Профиль пляжа абразионного берега с высоким уступом

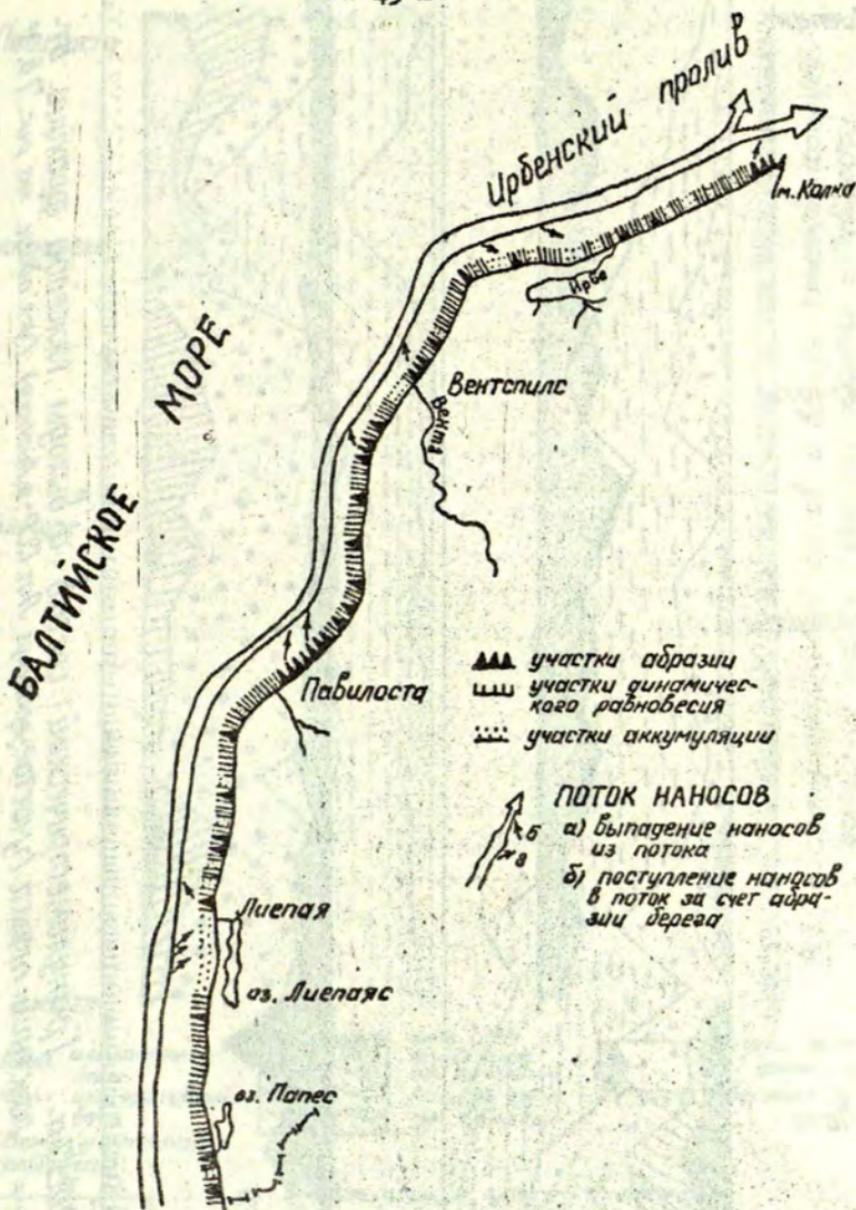


Рис. 6. Сводная картосхема морфодинамики современного берега Латв. побережья Балтики.

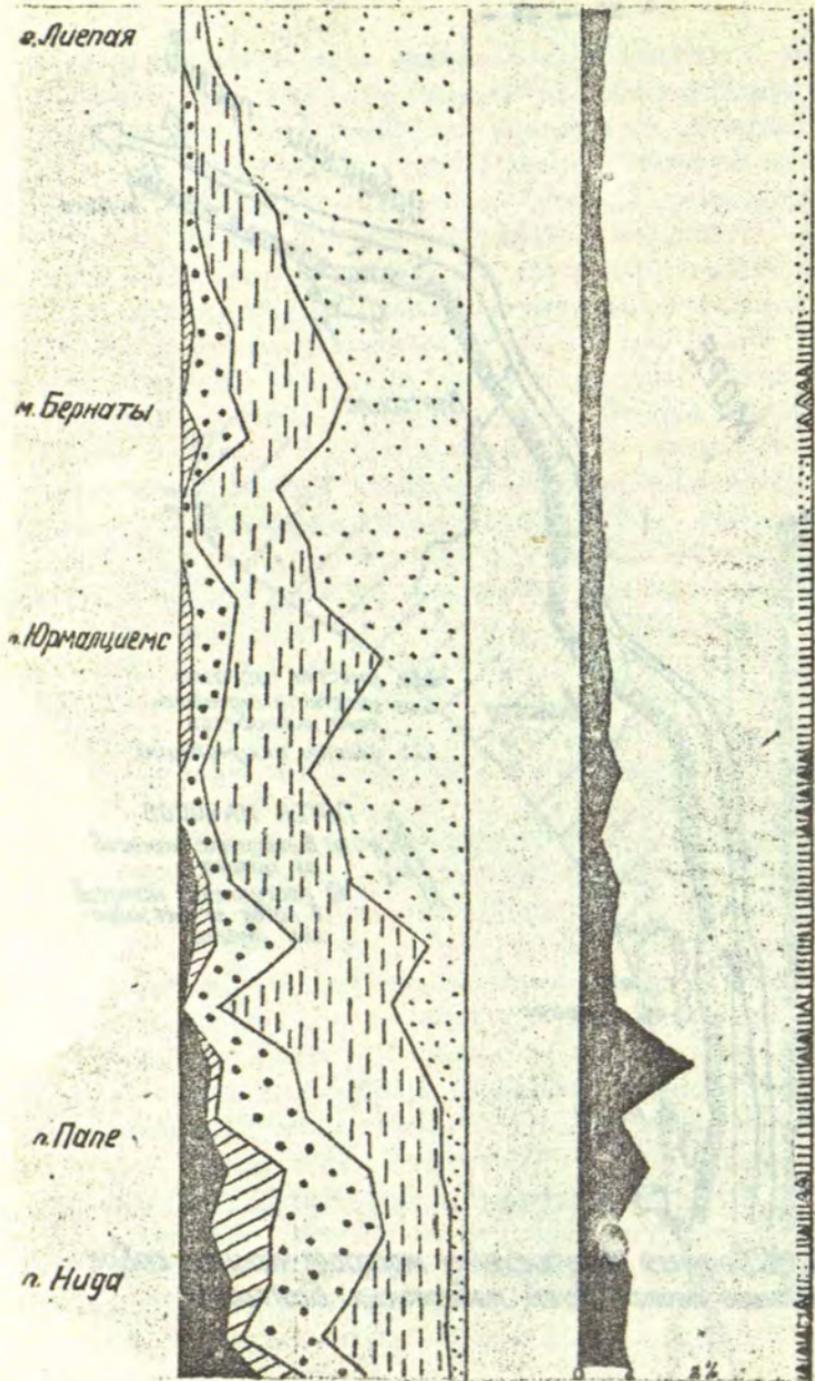


Рис. 7а. Гранулометрический состав и выходы тяжелой фракции отложения в Лицевой (участок границы Ллт. ССР - в Лицевой) (см. обз. на рис. 7б.)

г. Павлиста

Акменьрагс

Зиенупе

Лиеная

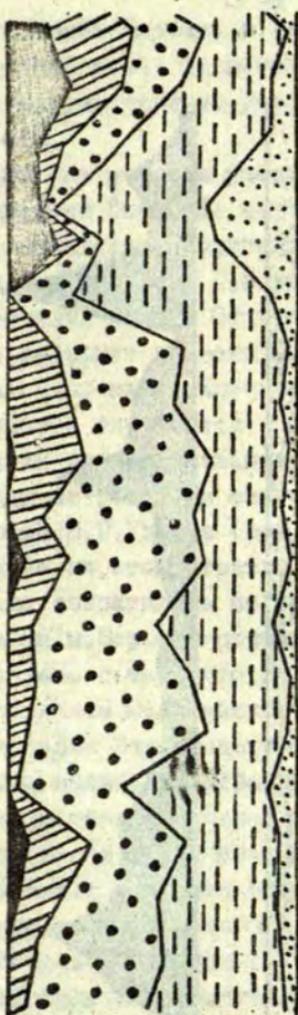


Рис. 7 б. Гранулометрический состав и выходы тяжелой фракции в песках (участок: г. Лиеная - г. Павлиста)

▲▲▲ абразивный
блеск
..... аккумулятивный
блеск

Вывод динамического
равновесия:

| | | |
|---|---|---|
| а | б | в |
| ▲ | ▲ | Ш |



фр. < 1,0 мм
фр. 1,0-0,6 мм
фр. 0,5-0,25 мм
фр. 0,25-0,16 мм
фр. 0,16-0,1 мм



Выходы тяжелой
фракции
в %

- а) с абразивным уступом в абдануне
- б) с отмершим уступом
- в) с анриональной абдануне

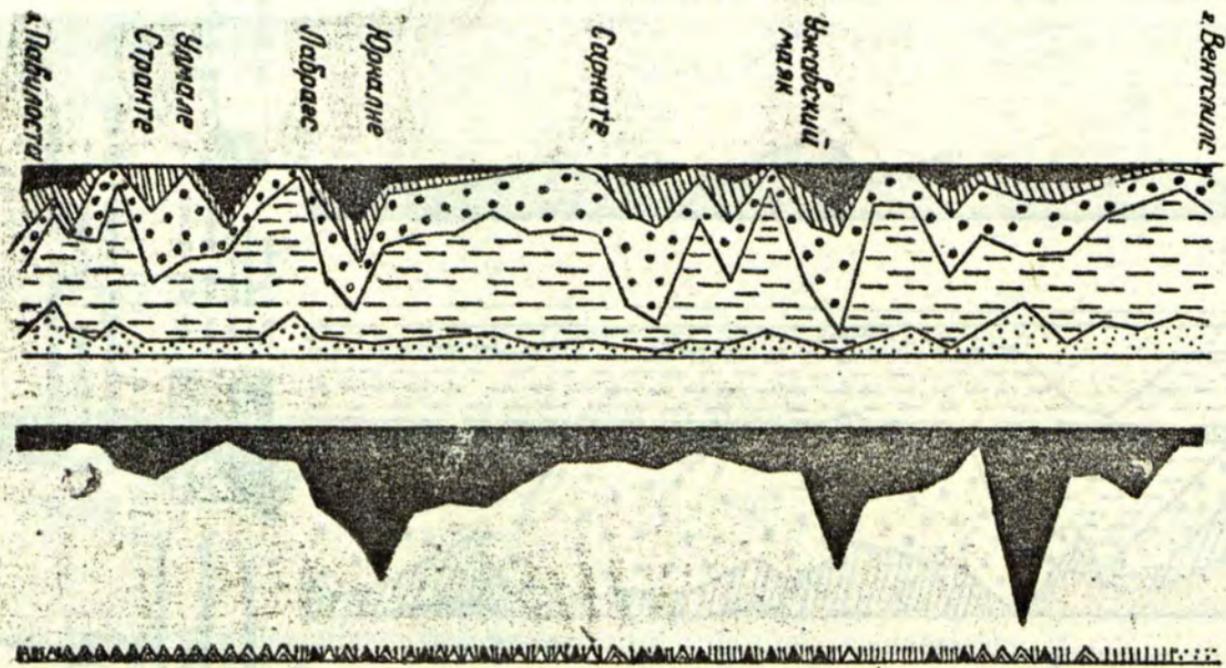


Рис. 76. Гранулометрический состав и выходы тяжелой фракции отложений пляжа участка: а. Павлюста - в. Вентспилс (усл. обозн. на рис. 7б)

ложен южнее порта Лиепая, и его образование связано с блокирующим воздействием на поток наносов южного мола порта. Два других аккумулятивных участка весьма незначительны по протяженности.

Абразионные участки расположены: 1) на мысе Бернаты, 2) южнее протоки Папе, 3) южнее старого пирса в пос. Нидасциемс. Протяженность второго и третьего участков не превышает 500 м, а первого — 1,5 км. Обращает на себя внимание состав отложений пляжа. От границы с Литвой и приблизительно на 4 км севернее протоки Папе развит преимущественно песчано-галечный пляж. Крупность отложений уменьшается, а сортированность улучшается с юга на север (рис. 7а). Далее к северу пляж преимущественно песчаный. На этом же участке у уреза воды встречаются окатанные глыбы торфа. Если сравнить с картой В. Г. Ульста (рис. 8а), то видно, что динамическое состояние на этом отрезке берега значительно изменилось. Весьма сократились по протяженности аккумулятивные участки, а на м. Бернаты расширилась полоса абразии. Это, видимо, связано с тем, что во время шторма 1967 года (согласно материалам Ю. Д. Шуйского, 1969), проводившего полевые исследования непосредственно до и после шторма) материал размыва надводных образований берега, достигавший очень больших объемов, через низменные участки пересыпи транспортировался в понижения литориновых лагун или отлагался на больших глубинах моря и, следовательно, тем самым был исключен из дальнейшего движения.

Сравнительно большая в 1959 г., чем в 1976 г., протяженность абразионных участков на отрезке берега от границы с Литвой до пос. Папе, видимо, объясняется тем, что они (эти участки) не успели еще отмереть.

Берег от г. Лиепая до г. Павилоста в основном характеризуется состоянием динамического равновесия, хотя здесь встречаются также и аккумулятивные, весьма незначительные по протяженности, и абразионные участки. Абразионные участки представлены здесь абразионным берегом с низким уступом в песчаных отложениях. Первый с юга абразионный участок расположен севернее Лиепайского порта. Размыв бе-

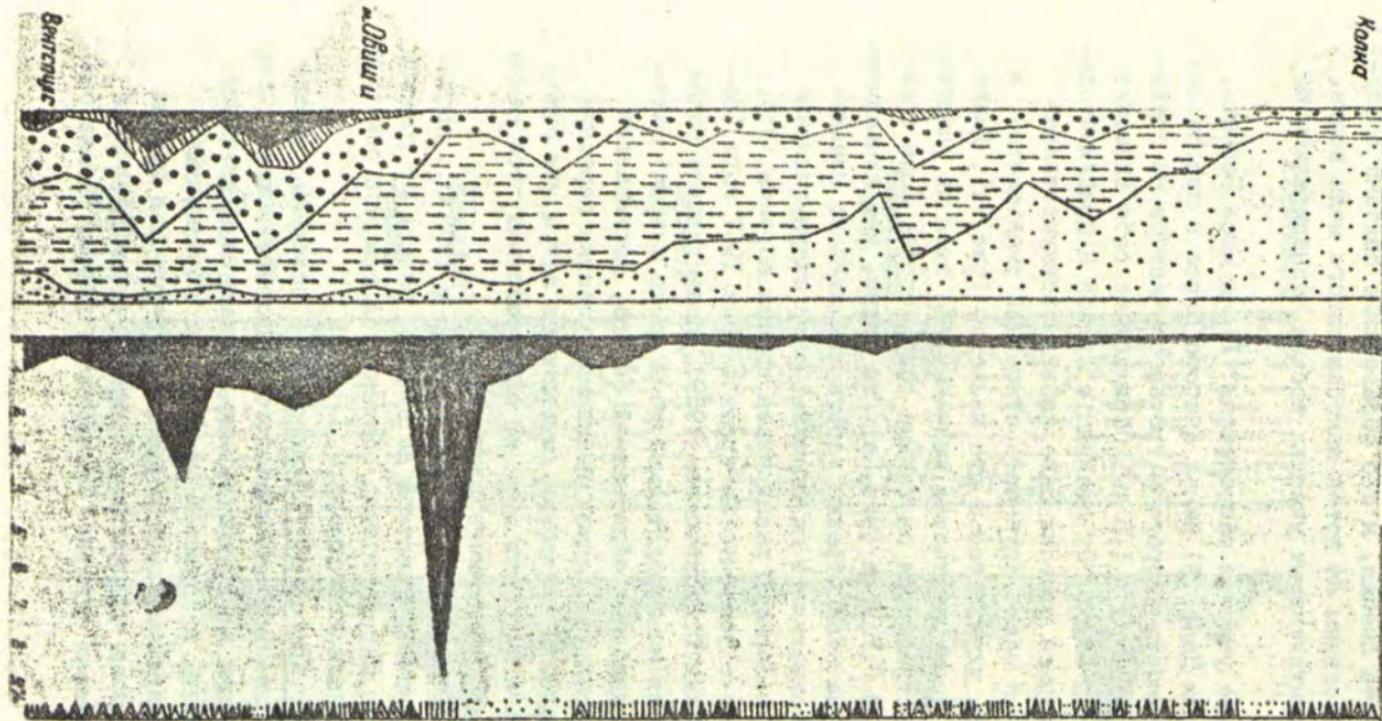


Рис. 7а. Гранулометрический состав и выходы тяжелой фракции
отложений пляжа (участок: а Вентспилс - м. Колка)
усл. обозначения на рис. 7б.

рега здесь вызван недонасыщенностью вдольберегового потока наносов в связи с его разгрузкой у южных молв порта. Остальные абразионные участки приурочены к теневой (северной) по отношению к потоку оконечности небольших мысов.

Пляж, на рассматриваемом участке, сложен преимущественно разнозернистым песком, большей частью крупно- и среднезернистым с набросанной галькой у уреза воды и у верхней границы пляжа. Наиболее грубый состав отложений пляжа наблюдается на подветренном (северном) крыле мыса Акменьрагс.

Если сравнить карты динамики 1963 г. с 1978 г. (рис. 8б) видно, что динамическое состояние берега от г. Лиепая до м. Акменьрагс в целом изменилось мало. Там же, где участки абразии сменились динамическим равновесием, видно, что это отмершие абразионные участки. Севернее же м. Акменьрагс до г. Павилоста аккумулятивный берег сменился берегом динамического равновесия. Видимо, дальнейшего развития берега в сторону аккумуляции не последует, т.к. песчаный материал после шторма 1967 г. потерян безвозвратно.

За северным крылом м. Акменьрагс происходит изменение общего направления берега, при этом ускоряется движение вдольберегового потока наносов, в связи с чем увеличивается его емкость. Поэтому участок берега от г. Павилоста до г. Вентспилс характеризуется, в основном, двумя динамическими состояниями: абразией берега и динамическим равновесием (транзитом наносов). В дугообразной вогнутости береговой линии севернее г. Павилоста приблизительно до п. Оркалне протягивается большой участок активной абразии. Необходимо отметить здесь на пляже значительную концентрацию тяжелых минералов. Особенно большая концентрация тяжелых минералов наблюдается южнее устья р. Рива (рис. 7в). Второй, значительно меньший по протяженности, абразионный участок находится на северном крыле последнего мыса перед г. Вентспилс.

Берег динамического равновесия на участке гг. Павилоста-Вентспилс представлен в основном двумя подтипами: с отмершим абразионным уступом и с эмбриональными холмиками золотой аккумуляции у подножия отмершего уступа, третий подтип на данном участке встречается в единичных случаях.

Аккумулятивный песчаный берег встречен на данном участке лишь в пределах городского пляжа г.Вентспилс. Аккумуляция песчаного материала вызвана здесь блокирующим воздействием на вдольбереговой поток наносов молов Вентспилского порта.

По сравнению с 1963 годом заметно общее увеличение состояния динамического равновесия берега как на бывших абразионных, так и на бывших аккумулятивных участках (рис.8в). Причина этого, видимо, та же, что и на предыдущих участках.

На отрезке берега г.Вентспилс-м.Колка встречаются два типа абразионного берега. Абразионный берег с высоким уступом наблюдается севернее г.Вентспилс. Абразионный берег с низким уступом в песчаных отложениях приурочен к м.Овиши и к м.Колка. Кроме того, он встречается и на других отрезках берега, незначительных по протяженности.

Все аккумулятивные участки приурочены к побережью Ирбенского пролива, лишь один - берегу Балтийского моря.

Состояние динамического равновесия здесь преобладает над остальными динамическими состояниями. Встречаются все три разновидности динамического равновесия. Чаще всего преобладает пляж, завершающийся невысокой (1,5-2,0 м) авантюрой, имеющей абразионный уступ с мористой стороны. Пляж песчано-галечный (Балтийское море) и песчаный (Ирбенский пролив). Здесь отмечены также участки пляжа, завершающиеся абразионным уступом, и пляж с эмбриональными холмиками эоловой аккумуляции.

По сравнению с 1963 г. (рис.8г) и на этом участке наблюдаются определенные изменения в динамическом состоянии берега: 1) увеличение участков абразии севернее г.Вентспилс, на м.Овиши и на м.Колка, 2) уменьшение аккумуляции, замена их берегами динамического равновесия. На данном отрезке берега причину изменений в динамическом состоянии берега пока трудно объяснить. Можно лишь высказать предположение, что одной из причин, вероятно, является воздействие новых сооружений, построенного последние годы нефтяного порта г.Вентспилс.

Гранулометрический анализ и анализ выхода тяжелой

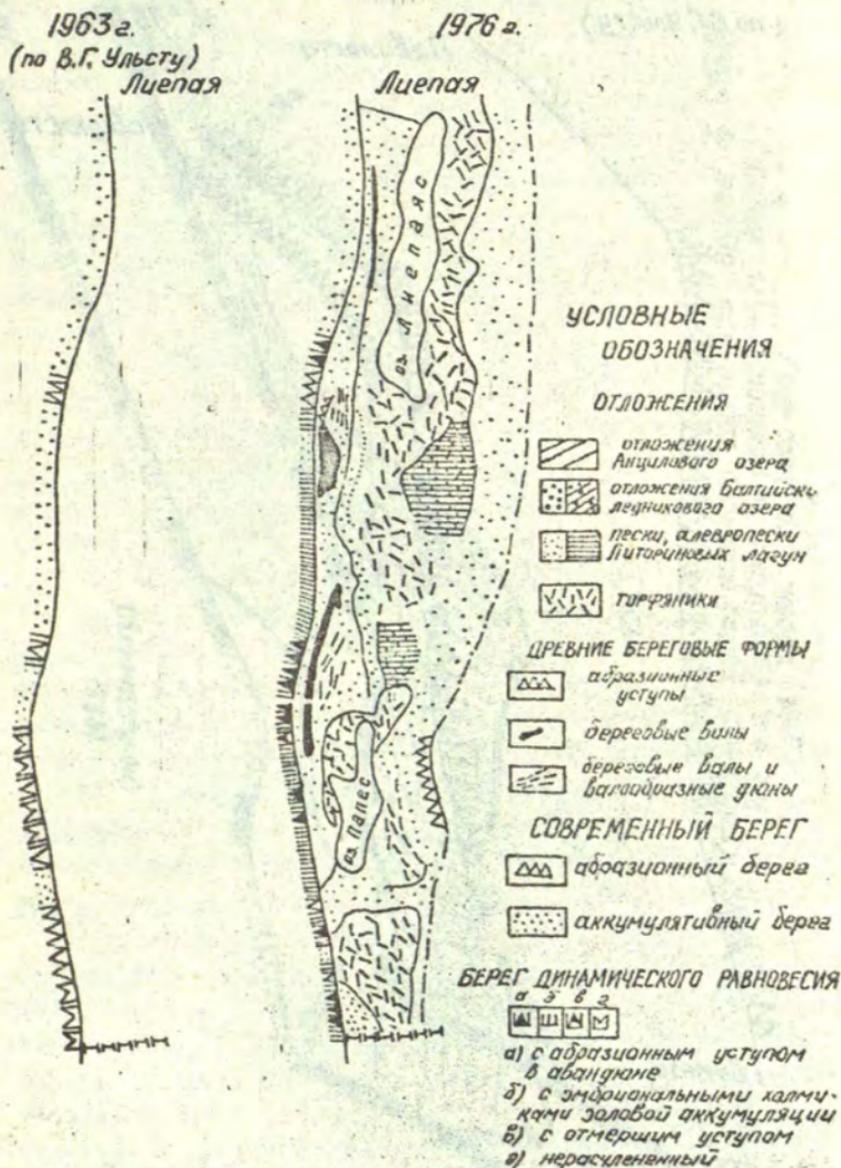


Рис. 8а. Сравнение динамического состояния берега в 1963 и в 1976 гг. (участок: граница Лит ССР - г. Лицапя)

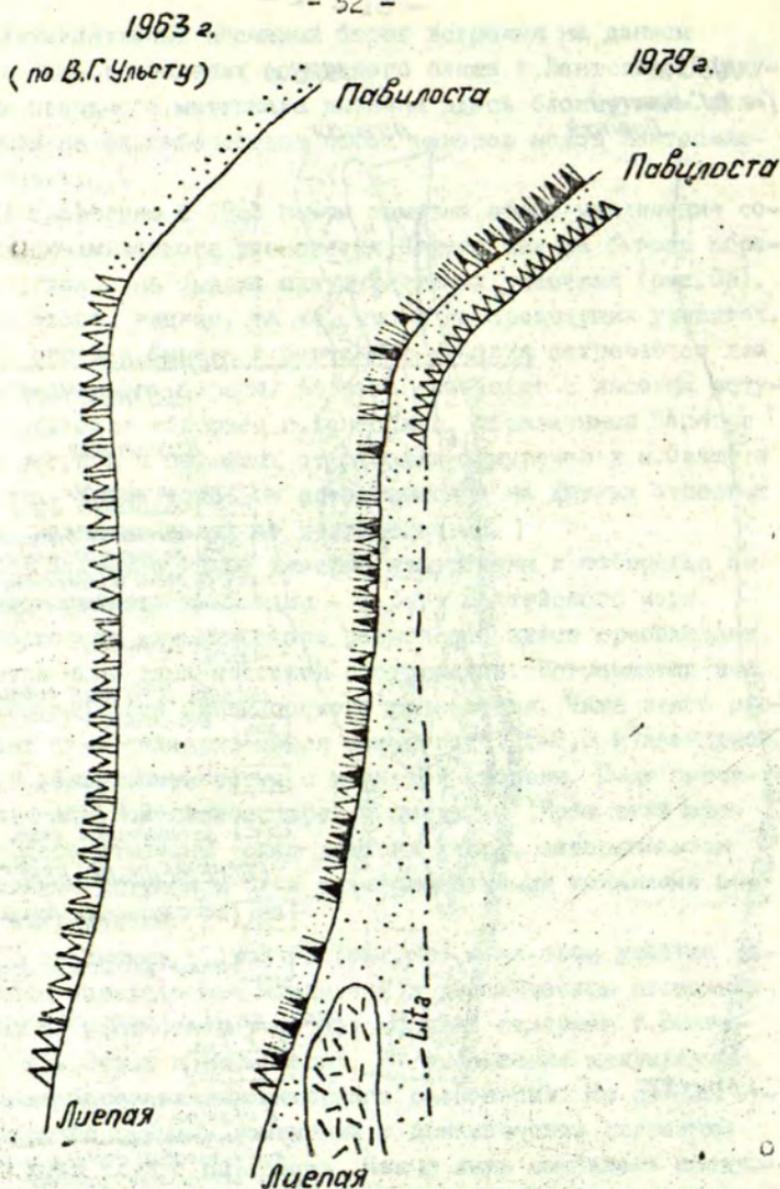


Рис. 8б. Сравнение динамического состояния берега в 1963 и 1979 г.г. (участок г. Лиепая - г. Павилоста) (усл. обозн. на рис. 8а)

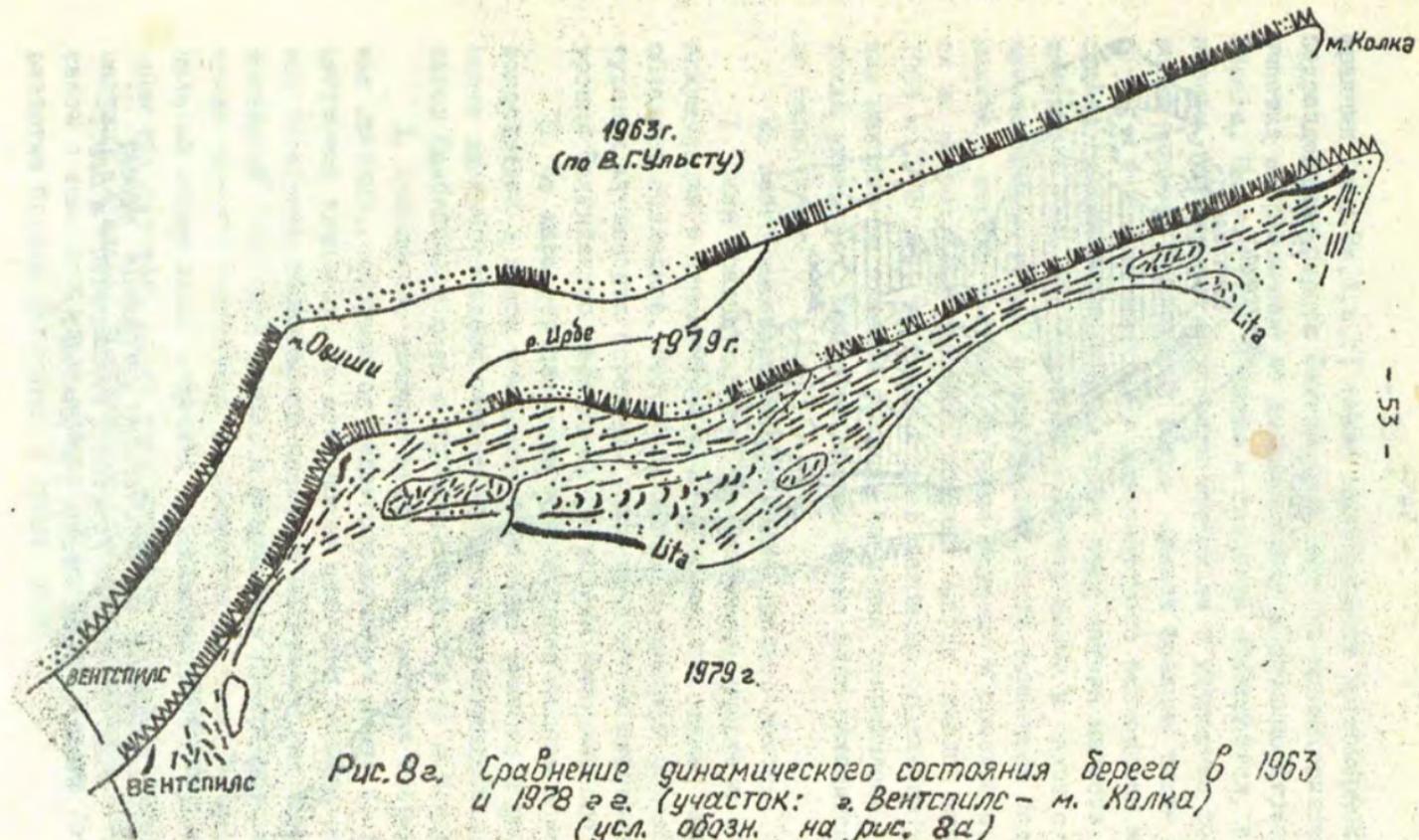


Рис. 8а. Сравнение динамического состояния берега в 1963 и 1978 гг. (участок: г. Вентспилс - м. Колка) (усл. обозн. на рис. 8а)

1963г.

1977г.

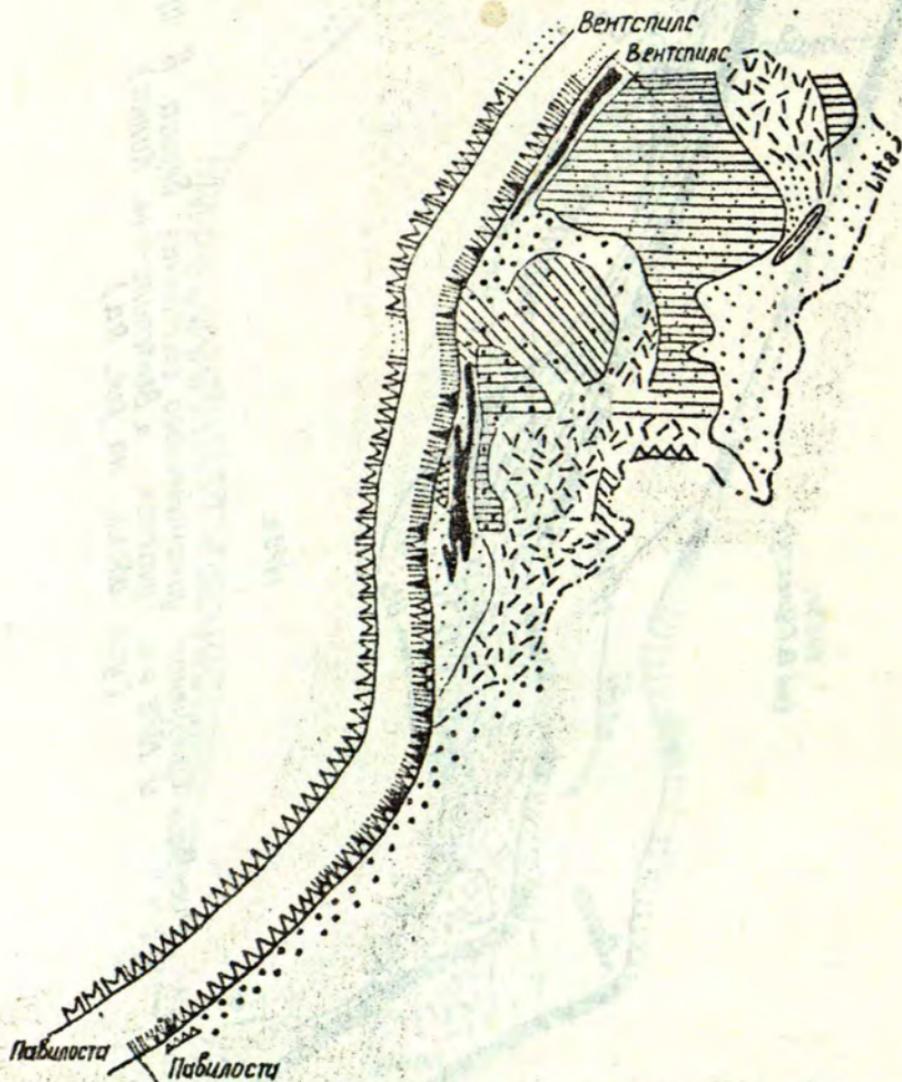


Рис. 8б. Сравнение динамического состояния берега в 1963 и 1977гг. (участок: «Павилоста» - «Вентспилс») (усл. обозн. на рис. 8а)

фракции (рис. 8а, б, в, г) также подтверждают правомерность подразделения берега Балтийского моря на рассматриваемом участке на различные по динамическому состоянию отрезки берега. На участках абразии и транзита наблюдается, в основном, увеличение крупности материала и ухудшение сортировки песков. Наибольший выход тяжелой фракции также приурочен к участкам абразии и динамического равновесия или слегка смещен относительно их по ходу потока наносов. Это связано с тем, что с данных участков пляжа в связи с недонасыщенностью потока в прибрежной части выносятся более мелкие и легкие частицы, а более крупные и тяжелые остаются на месте. Если сравнить графики выхода тяжелой фракции 1963 и 1978 гг., то видно, что в целом по отдельным участкам накопление тяжелой фракции на пляже сократилось, что также указывает, что в настоящее время пляж находится в фазе нарастания.

Из всего вышеизложенного можно сделать выводы:

1. Если сравнить общую протяженность участков абразии, аккумуляции и динамического равновесия, то видно, что преобладает последнее. Это объясняется тенденцией общего затухания активности береговых процессов из-за стабилизации уровня Балтийского моря после регрессии Литоринового моря.

2. На характер динамики современного берега основное воздействие в целом оказывает изменение емкости и насыщенности вдольберегового потока наносов, зарождающегося у берегов Самбийского п-ва и прослеживающегося до м.Колка.

3. Изменения, имеющие место после сильных штормов, как правило, оказываются недолговременными и как бы носят циклический характер. То есть после сильного размыва надводных береговых образований песчаный материал, унесенный на подводный береговой склон, в результате поперечного перемещения наносов постепенно возвращается на пляж, и первоначальный облик пляжа медленно восстанавливается, за исключением тех случаев, когда этот материал был полностью или частично извлечен из движения наносов. В настоящее время в связи с тем, что после шторма прошло более десяти лет, развитие берега находится в конце цикла.

- Зенкович В.П. Основы учения о развитии морских берегов. - М., 1962. - 710 с.
- Шуйский Ю.Д. О воздействии сильных штормов на песчаные берега Восточной Балтики. - Океанология, № 3, 1969, с. 475-478.
- Ульст В.Г. Некоторые закономерности концентрации тяжелых минералов в береговой зоне моря. - В кн.: Вопросы четвертичной геологии, 2, Рига, 1963, с. 141-199.

И.Г.ВЕЙНБЕРГС, В.К.РОЗЕ, М.Е.МЕЙЕРЕ

ВНИИМОРГЕО

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ НАНОСОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ ОСТРОВА БУЛЛЮСАЛА
ВЕРШИНЫ РИЖСКОГО ЗАЛИВА ПО ДАННЫМ ЛИТОМОРФОДИНАМИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Остров Буллусала представляет собой низменную полосу суши между устьями рек Даугава и Лиелупе, которая с юга ограничивается р. Буллупе, а с севера и северо-запада - современным берегом моря. Эта полоса суши стала островом между 1755 и 1757 гг., когда в результате прорыва воды к морю возникло современное устье р. Лиелупе (Ульст, 1957). До этого р. Лиелупе впадала в р. Даугава по руслу современной р. Буллупе. В юго-западной и средней части о-ва Буллусала расположены перемещенные и неперемещенные доны различной ориентации. Его северо-восточная часть выравненная и болотистая.

Современный берег моря о. Буллусала длиной около 8 км в настоящее время проявляет признаки лабильности. Берег в северо-восточной части острова, у устья р. Даугавы, по данным И.А. Коробовой за период 1943-1976 гг. отступил на 230-350 м. Здесь был размыв высокий донный вал, и современное море затопило древнюю лагуну. В направлении на юго-запад темп размыва берега резко уменьшается, а на расстоянии 1,8 км от устья Даугавы составляет всего 2,1 м/год. Напротив

средней и юго-западной части острова в основном происходит аккумуляция материала и наращивание золотых форм, которые в районе устья Лиелупе представлены несколькими грядами авантюны, указывающими на выдвигание берега в море.

По мнению Р.Я.Кнапса (1966) на Буллысаласком участке берега существует короткий поток наносов, который с устьевого района р.Даугава направлен на юго-запад в сторону р. Лиелупе. Наличие такого потока наносов, как увидим далее, подтверждается и нашими исследованиями.

Преобладающе абразионная северо-восточная часть о-ва Буллысала представлена двумя морфологически различными частями (рис. 1). Вблизи устья р.Даугава берег имеет затапливаемый во время штормов низкий (высотой в несколько дециметров) песчаный пляж полного профиля шириной в несколько десятков метров. Он интенсивно надвигается на отложения узкой лагуны.

Юго-западнее берег выражен абразионным уступом высотой до 1,5 м, врезанным в золотые пески плоской донной гряды. Поверхность последней усложнена ямами дефляции и поросла редким кустарником и травяной растительностью. На бровке абразионного уступа местами появляются зародыши авантюны высотой в несколько дециметров. Прилегающий к основанию абразионного уступа песчаный пляж имеет ширину всего до 15 м.

Подводный береговой склон весьма отлогий. Наименьшие уклоны он имеет около устья р.Даугава, что связано с расположением здесь выводной части дельты. В юго-западном направлении глубина моря постепенно увеличивается. Нижняя часть исследованного берегового склона, которая характеризуется глубинами всего 3-6 м, представляет собой песчаную пологонаклонную равнину, на которой наблюдаются плоские возвышения дельтового происхождения. Напротив указанного абразионного уступа выделяется выдвинутый в море на северо-восток крупный песчаный подводный вал шириной до 100 м и высотой в 2 м. Северо-восточный конец вала крутой, а противоположный, постепенно теряя высоту, сливается с выравненной поверхностью подводного берегового склона.

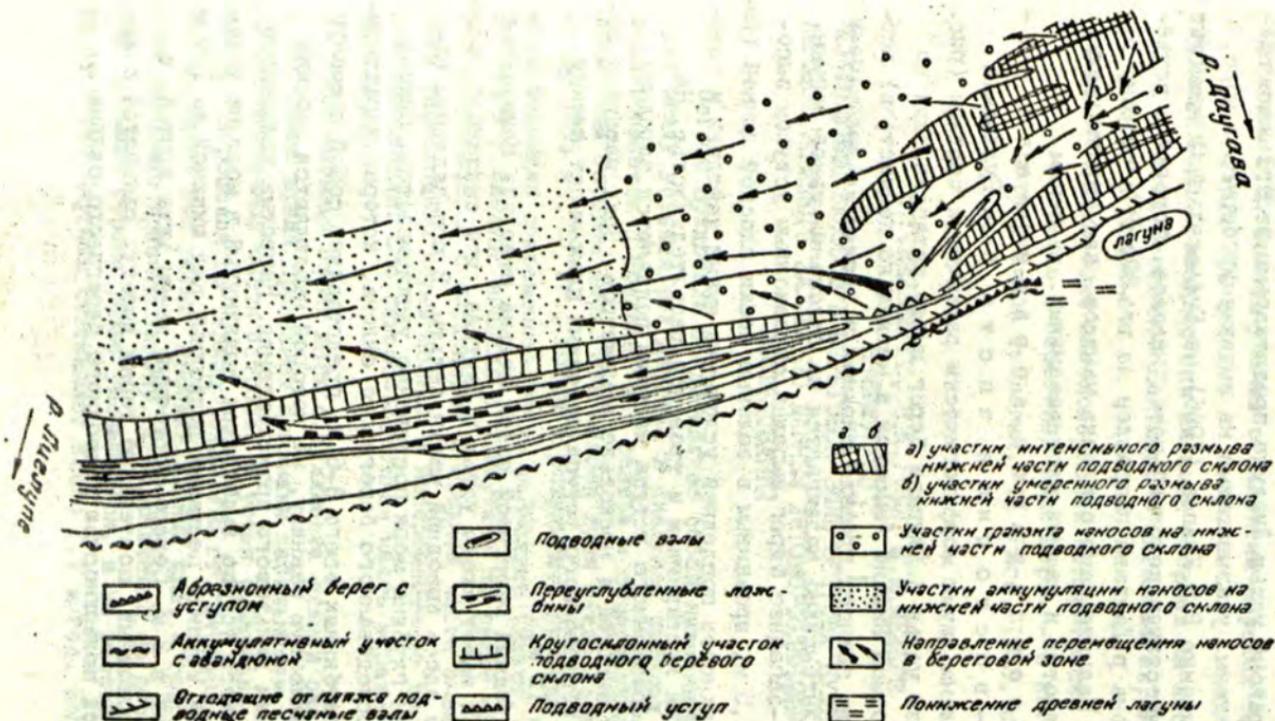


Рис. 1 Морфодинамическая схема берега участка Булло-сала во время сильного шторма

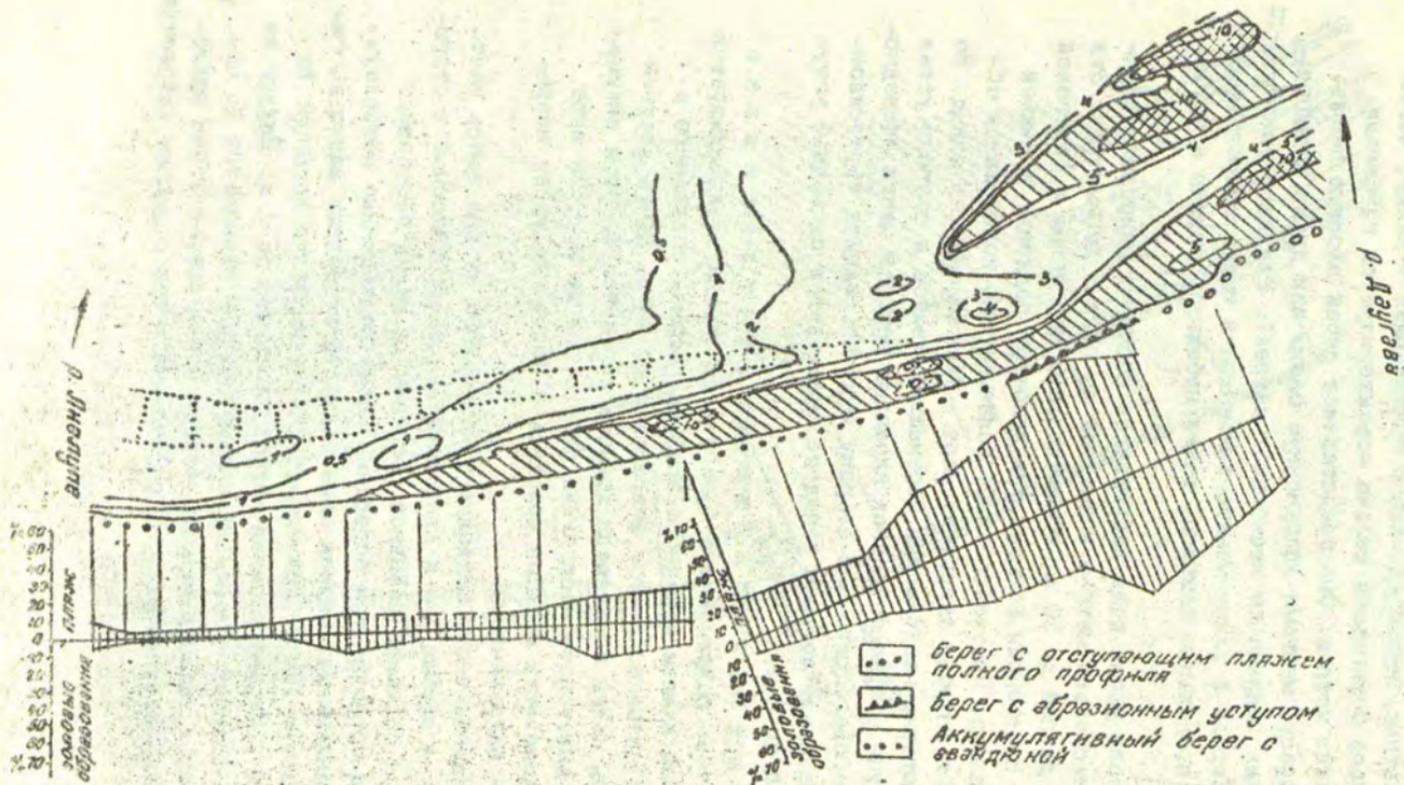


Рис. 2. Содержание частиц песка фракции 0,5 - 0,25 мм в % на участке берега буллю-сала

Верхняя, непосредственно примыкающая к пляжу, часть подводного берегового склона характеризуется глубинами нескольких метров. Она представляет собой плоскую песчаную террасу, местами осложненную одним или двумя подводными валами (ширина до нескольких метров). Эти валы вытянуты вдоль берега в длину меньше километра и имеют сопровождающие их продольные ложбины, также небольшой ширины и глубины.

Возле уреза воды наблюдаются песчаные микровалы шириной в несколько метров и высотой до первых дециметров. Эти формы, длиной до 50 м, ориентированы под углом в береговой линии. Восточными концами они вплотную подходят к нижней части пляжа. Противоположные более низкие концы валов обращены в сторону открытого моря в направлении на запад. Во время шторма наблюдается перемещение валов в сторону устья р. Лиелупе. Террасообразная площадка верхней части подводного берегового склона в сторону моря опускается крутосклонным участком, который западнее переходит в подводный уступ высотой до 2 м.

Преобладающе аккумулятивная часть современного берега о. Буллуосала характеризуется песчаным пляжем неполного профиля. Ширина последнего в районе устья р. Лиелупе возрастает до 50 м. Вдоль верхней границы пляжа появляются холмики первичной золотой аккумуляции высотой от нескольких дециметров до метра и выше. Последние лишь местами срослись в более или менее непрерывный вал авантюны.

Нижняя часть подводного берегового склона здесь начинается с глубин 5 м и представлена пологонаклонной в сторону моря песчаной равниной. Верхнюю же часть берегового склона образуют три подводных вала, разделенные межваловыми понижениями. Ширина зоны развития подводных валов достигает почти 100 м. Два мористых вала наиболее крупные. Их ширина - первые десятки метров, а высота до 2 м. Первый из валов (считая с моря) на северо-востоке начинается по соседству с вышеотмеченным уступом и под острым углом прямолинейно протягивается на расстояние в три с лишним километра

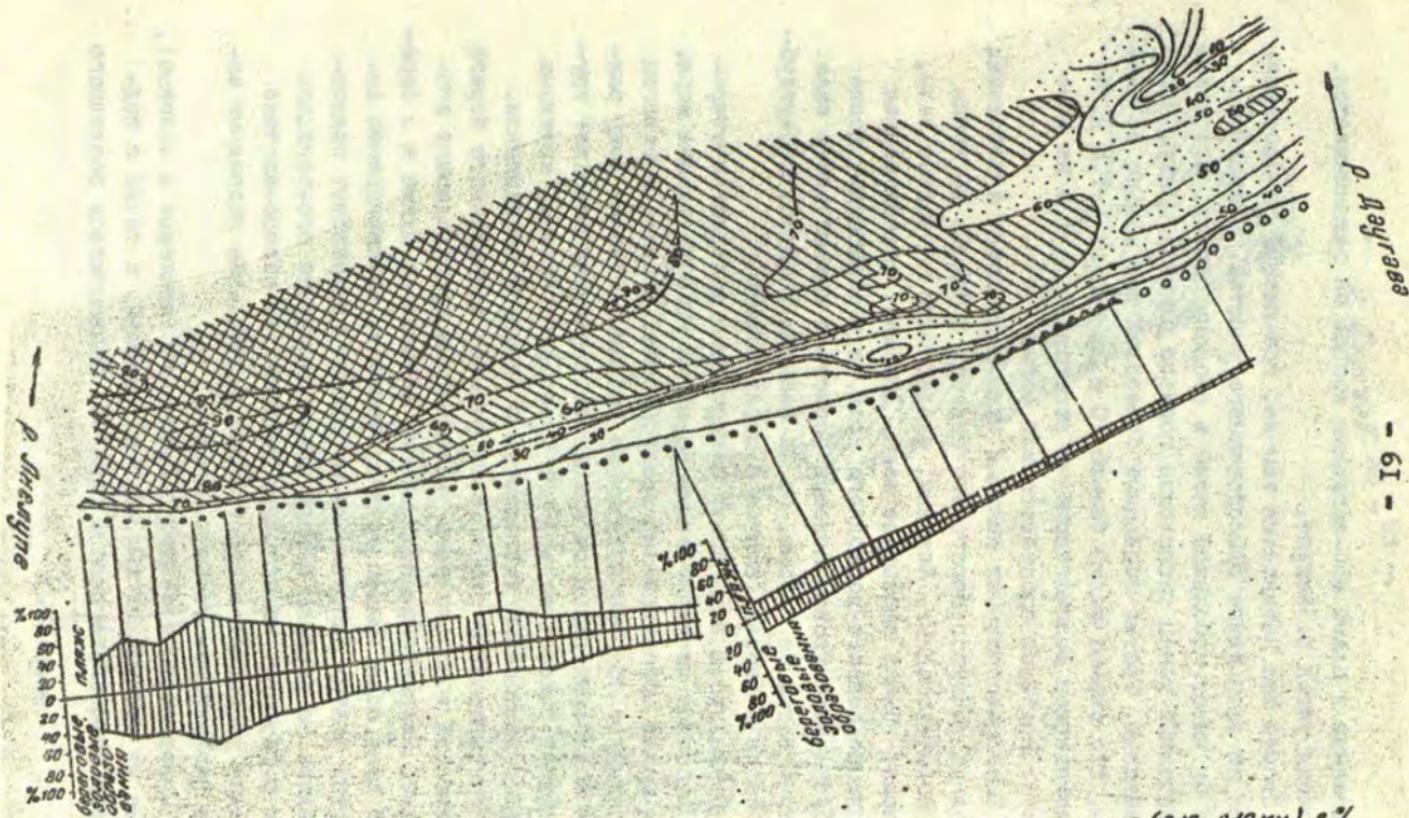


Рис. 3 Содержание гранулометрической фракции тонкозернистого песка (0,16-0,10 мм) в % на участке берега Буллоу - Сала
 Условные обозначения см. рис. 2

Заостренным в плане юго-западным концом он заканчивается, не доходя устья р. Лиелупе.

Второй вал начинается там же, где первый, и прослеживается по всей длине исследованного участка. В средней части он имеет небольшой изгиб в сторону берега. Его северо-восточный конец расположен гораздо ближе к пляжу, нежели западный. Третий подводный береговой вал меньше по размерам. Его ширина редко больше 10 м, а высота - 1,5 м. Он прослеживается фрагментарно на расстоянии до 1,5 км и не образует сплошной вдольбереговой формы.

Северо-восточными концами валы начинаются с небольших подводных выступов берегового откоса, западные же концы этих форм свободные. Ложбины, разделяющие подводные валы, по ширине обычно превышают валы. Ложбина, расположенная сухопутнее первого подводного вала, в юго-западном конце углублена ниже уровня подошвы мористого склона этого вала. Примерно в том же районе, но на меньшем участке, переуглублена также и вторая (считая с моря) ложбина.

Возле уреза воды почти повсеместно появляются микровалы, которые частично видны во время низкого уровня моря. Они в целом ориентированы вдоль берега. Местами с берегом их соединяют пологие поперечные песчаные отмели. Зону развития подводных валов от нижележащей равнины отделяет крутосклонный участок подводного берегового склона, крутизна которого постепенно уменьшается в западном направлении.

Рассмотренные особенности рельефа современного берега о. Буллисала довольно ясно указывают на преобладающее юго-западное направление перемещения наносов на пляже и в береговой зоне моря. Иначе трудно объяснить возникновение выдвинутых в этом направлении небольших приурезовых подводных валов на отрезке берега непосредственно юго-западнее устья р. Даугава. На источник наносов (на северо-востоке участка) указывает веерообразное расхождение подводных валов в направлении устья р. Лиелупе.

Поверхностные осадки о. Буллисала (пляжные и золы), взятые из неглубоких (0,3-0,5 м) копушей, а также с подводного берегового склона (драгой) подвергались различного

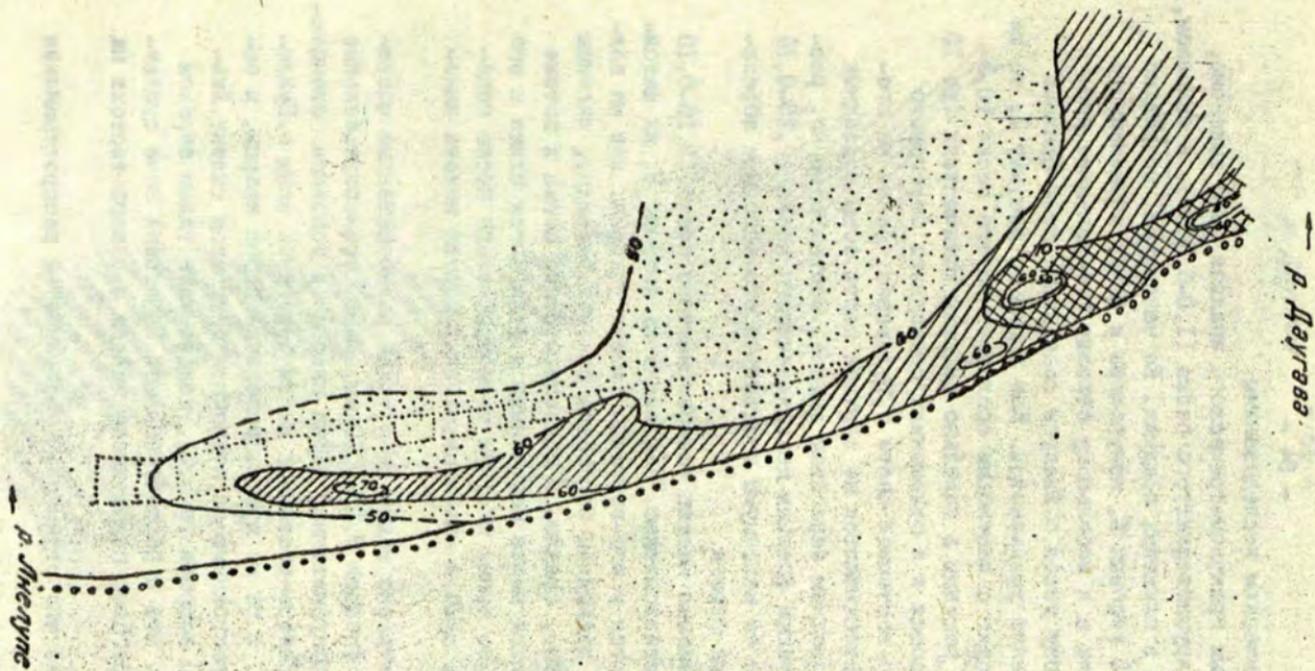


Рис. 4 Содержание полуокатанных зерен кварца в % на участке Булло-сала (подводный береговой склон) во фракции 0,25-0,20 мм. Условные обозначения см рис. 2

рода литологическим исследованиям.

По данным гранулометрического анализа было выяснено, что фракция крупнозернистого песка (1,0-0,5 мм), в основном, развита лишь в пляжевых осадках. Ее максимумы, несколько превышающие 5 весовых %, приурочены к пляжу абразионного участка берега и к небольшому отрезку юго-западнее его. Далее в сторону устья р. Лиелупе содержание этой фракции песка постепенно уменьшается. Как видно по рисунку 2, то же самое происходит с частицами среднезернистого песка (0,5-0,2 мм). Эти частицы в довольно больших количествах (до 10-15%) встречаются и в отложениях подводного берегового склона северо-восточной части о. Булльсала. Далее на юго-запад они прослеживаются по верхней части зоны подводных валов. На подводном береговом склоне, соответственно, распространена также фракция мелкозернистого песка (0,25-0,16 мм). На пляже ее максимумы отодвинуты юго-западнее абразионного участка берега.

Распределение частиц тонкозернистого песка (0,16-0,10 мм) прямо противоположно. Как видно на рисунке 3, их максимумы наблюдаются в юго-восточной части участка, как на пляже, так и на подводном береговом склоне. Очевидно, частицы фракций крупно-, средне- и мелкозернистого песка в потоке наносов являются менее мобильными и отлагаются ближе к его началу. В то же время частицы тонкозернистого песка седиментировались даже в самых отдаленных местах потока наносов.

Соответственно ведут себя также разноокатанные частицы кварца во фракции 0,25-0,20 мм. Менее транспортабельные окатанные и полуокатанные зерна кварца в основном сконцентрированы в северо-восточной части береговой зоны о. Булльсала (рис. 4). В то же время, угловатые зерна кварца, в основной, распространены на подводном береговом склоне Лиелупской части острова (рис. 5), подтверждая таким образом мнение о том, что в рассматриваемой береговой зоне существует вдольбереговое перемещение наноса с северо-востока на юго-запад.

От только что отмеченных особенностей распространения

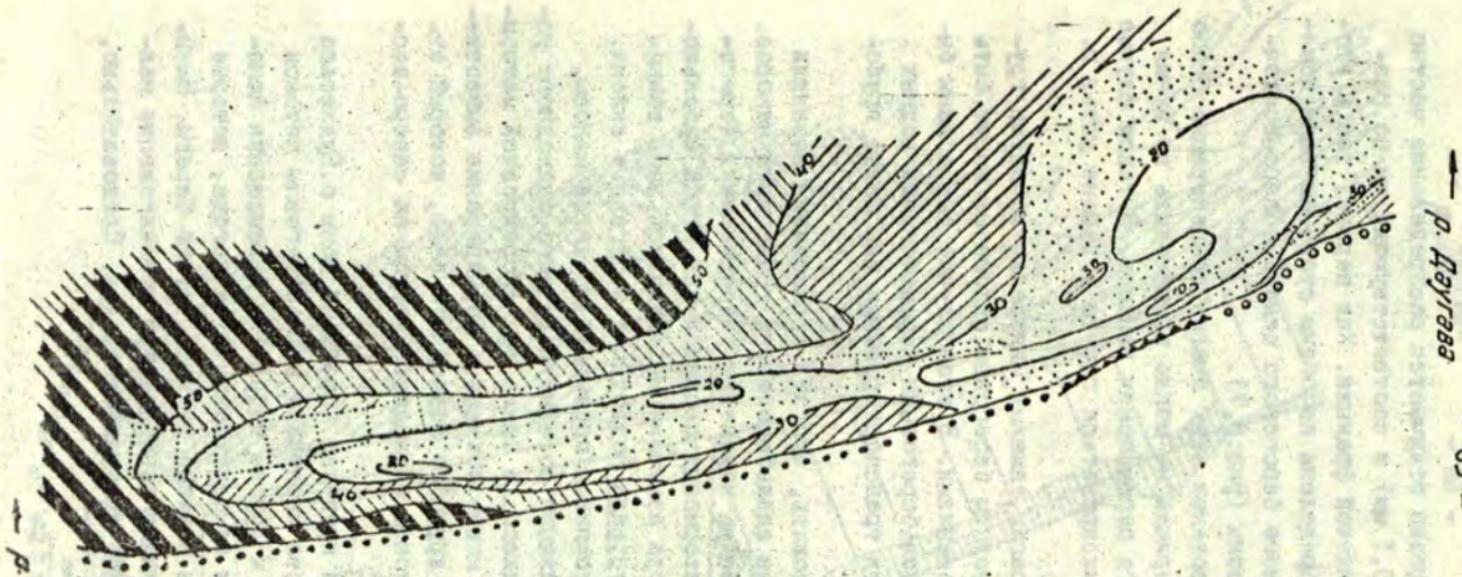


Рис. 5 Содержание угловатых зерен кварца в % на участке Буллю-сала (подводный береговой склон) во фракции 0,25-0,20 мм. Условные обозначения см. рис. 2

песчаного материала резко отличается распределение частиц грубого алеврита ($< 0,1$ мм) и соответствующих им по размерности минералов тяжелой фракции. Как первые, так и вторые, в основном, распределены по обеим сторонам вышеупомянутого уступа подводного берегового склона северо-восточной части береговой зоны (рис. 6, 7).

Ясно, что формирование этих очагов концентрации особо подвижных частиц материала не могло происходить во время общего вдольберегового перемещения наносов. В таком случае они должны были бы фиксироваться где-то в районе устья р. Лиелупе.

Площади концентрации тяжелых минералов и частиц грубого алеврита на подводном береговом склоне не могут быть также древними образованиями. В этом случае они должны были бы уничтожаться вдольбереговыми перемещениями водных масс или перекрываться транспортируемыми ими более грубозернистыми осадками.

Остается предположить, что эти образования возникли после штормовых этапов вдольберегового транспорта наносов. Они могут характеризовать изменения гидродинамики береговой зоны моря конца штормовых периодов или этапы небольшого волнения моря, когда взмученными оказались лишь тонкозернистые частицы материала подводного берегового склона. Не исключено, что источником последних являются наносы, образовавшиеся при размыве соседнего крутого подводного уступа. Размывом последнего, а также транспортировкой материала на северо-восток можно объяснить формирование вышеотмеченного относительно крупного подводного вала, который отходит от восточного конца подводного уступа на северо-восток.

Таким образом, в пределах береговой зоны о. Буллусала кроме общего транспорта материала вдольбереговым потоком наносов, наблюдаются и другие небольшие перемещения наносов, происходящие при относительно тихой погоде, которые необходимо учесть при анализе развития этого берега. Именно таковыми перемещениями определяется возникновение наиболее крупных скоплений тяжелых минералов. Следовательно,

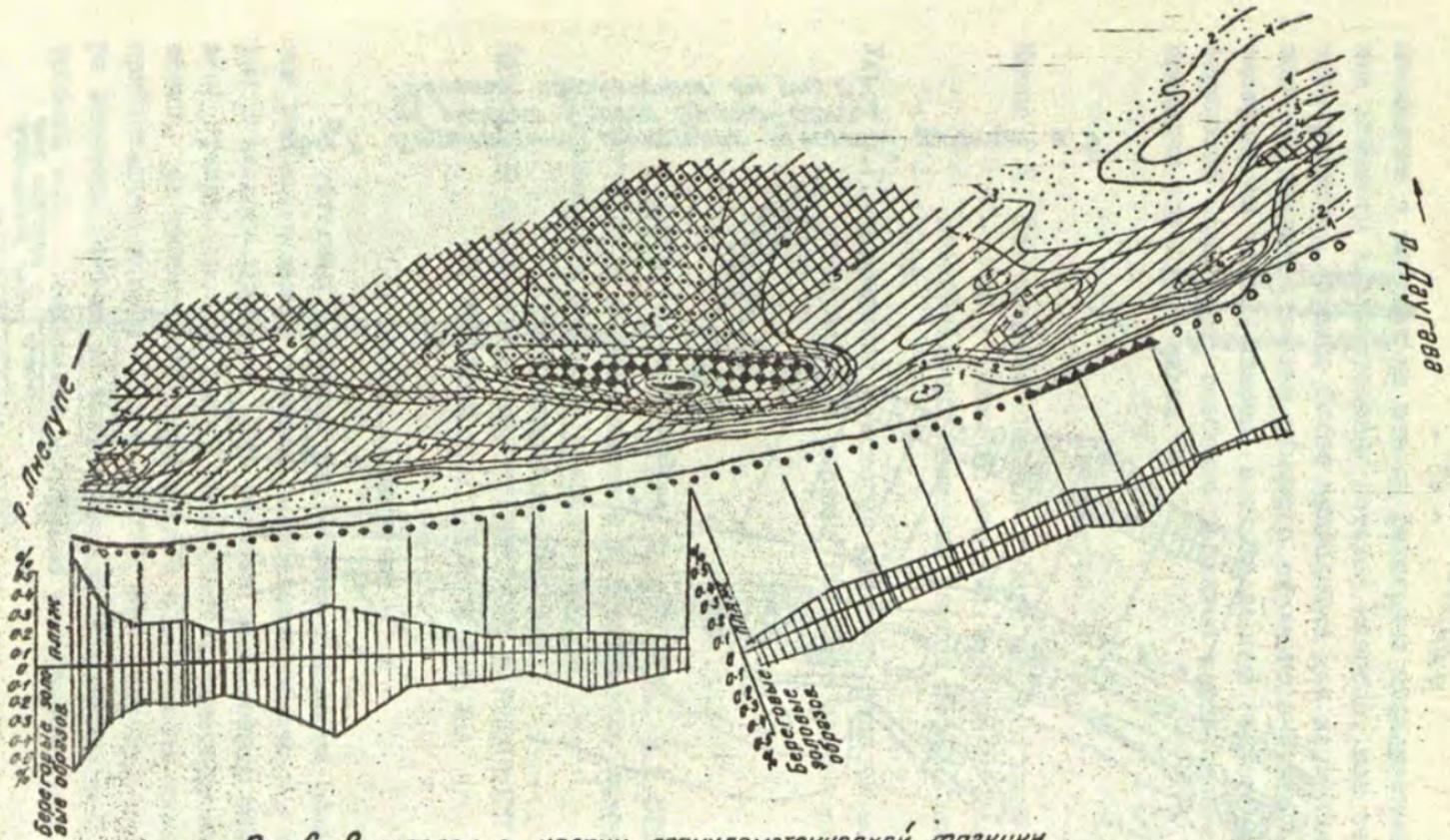
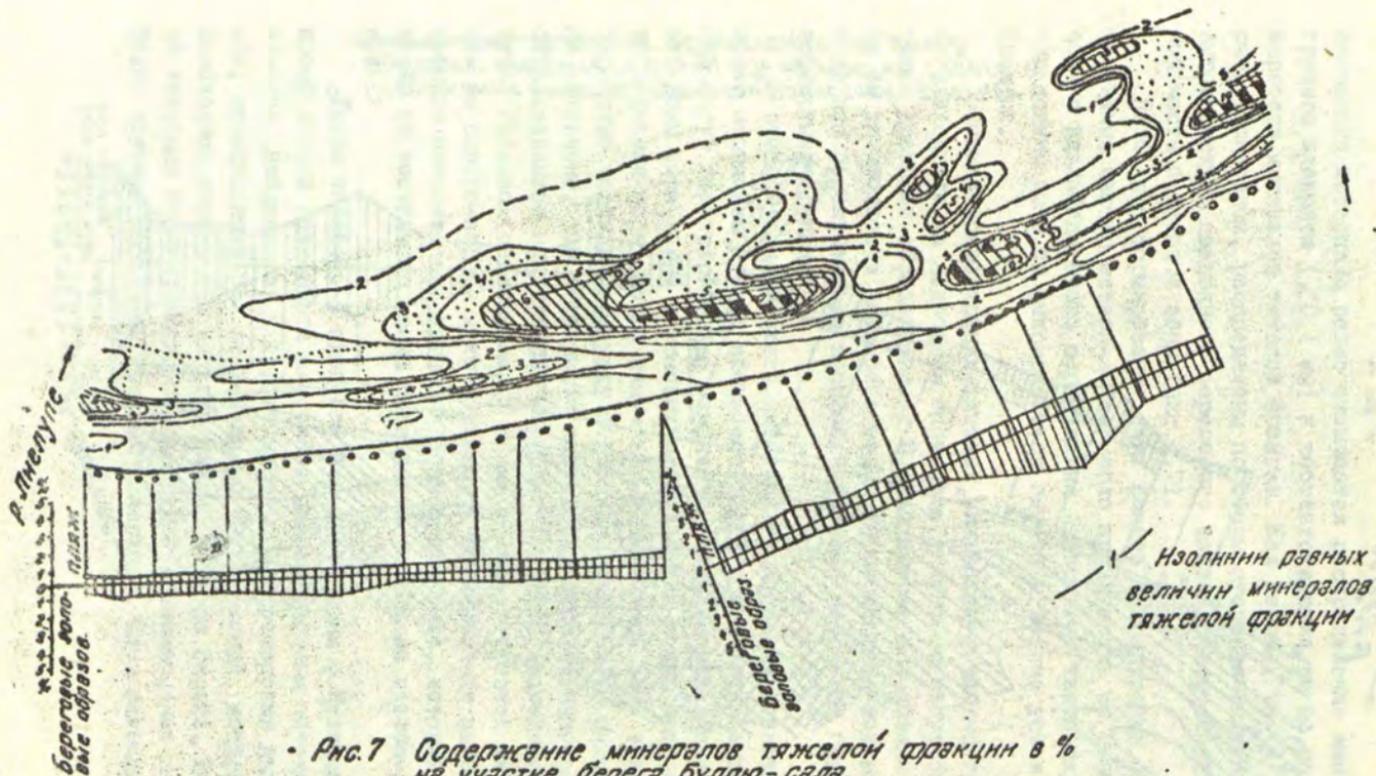


Рис 6 Содержание частиц гранулометрической фракции
 грубого влврита (< 0,1мм) в % на участке берега
 Буляя-сая. Условные обозначения см. рис. 2.



• Рис.7 Содержание минералов тяжелой фракции в % на участке берега Булло-сала. Условные обозначения см.рис.2

последние в осадках не всегда фиксируют определенные крупные элементы вдольбереговых потоков наносов, как это принято считать. Гораздо более пригодными для изучения этих потоков являются данные обычного ситового анализа, степени окатанности частиц кварца, а также данные геоморфологии береговой зоны моря, особенно характер расположения в ее пределах подводных валов.

Литература.

- Кнапс Р.Я. Перемещение наносов у берегов Восточной Балтики. - В кн.: Развитие морских берегов в условиях колебательных движений земной коры. Таллин, 1966.
- Ульст В.Г. Морфология и история развития области морской аккумуляции в вершине Рижского залива.-Рига, 1957.

Д.Ф.АНДЕРСОН, Г.Я.СЕГАЛЬ, Е.Л.ЦОНЕВА, Б.В.ШТЕЙНБАХ
Латвийское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю природной среды
ВНИИводполимер (Елгава)

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО И РУСЛОВОГО РЕЖИМА НА УСТЬЕВОМ УЧАСТКЕ РЕКИ ДАУГАВА

Введение

На устьевых участках рек обычно создаются своеобразные гидрологические условия, вносящие особенности в развитие руслового процесса. Эти участки расположены вблизи базиса эрозии, то есть очень устойчивой в высотном отношении точки, где уклоны свободной водной поверхности практически приближаются к нулю (Попов, 1977). При впадении реки в море высотное положение базиса эрозии определяется средним уровнем моря - величиной настолько устойчивой, что от нее

исчисляются высотные отметки земной поверхности. Однако, несмотря на уменьшение уклонов и скоростей при подходе потока к устью, течение в зоне базиса эрозии нередко оказывает большее влияние на русло, чем выше по реке. Особенно это относится к устьевому участку р. Даугавы (рис. I); где скорости течения непосредственно зависят от величины и характера сбросов воды Рижской ГЭС. Если уровень моря устойчив, в период волны половодья или очередного сброса воды в лобовой части волны создаются повышенные уклоны водной поверхности; поскольку речная волна не способна вызвать заметный подъем уровня в море, она расплывается. В то же время на самой реке, продолжая прибывать, вода вызывает подъем уровня с возникновением больших уклонов, особенно на участке между гребнем этой волны (у Марушки) и неизменным уровнем моря (при отсутствии сгонно-нагонных явлений). Поэтому и возникают большие скорости течения. Воздействуя на русло реки, они приводят к образованию в нем переуглубленных зон, дно в которых расположено значительно ниже базиса эрозии. Это так называемые устьевые ямы, лежащие выше устьевых баров реки. Устьевым баром — ярко выраженное аккумулятивное образование, — указывает на место отложения наносов, выносимых в море рекой. Четко выраженный устьевой бар характерен и для р. Даугавы. Но вместе с речным потоком на устьевом баре воздействует и море. Интенсивность этого воздействия зависит от характера и силы волнения, амплитуды сгонно-нагонных явлений, вызываемых ветром, обратными течениями, в ряде случаев распространяющимися вверх по реке вплоть до плотины ГЭС. При обратных течениях транспорт наносов может замедляться и приостанавливаться, а при сгонных течениях не исключается появление зон с повышенными скоростями, способствующих размывам. И все же, несмотря на это, на устьевом участке реки обнаруживаются те же типы руслового процесса, что и при пойменной многорукавности. Наблюдается перемещение наносов в виде побочной, ленточной гряд.

Таким образом, формы русла сохраняются, меняется лишь режим их деформаций, а следовательно, основные общие типы

русловых процессов распространяются и на устьевых участках рек.

Историческая справка и обзор гидротехнического строительства.

Даугава - самая крупная река в Латвийской ССР, исторически сложившаяся жизненная артерия края, в прошлом его главный торговый путь. Общая ее длина - 1020 км, протяженность в пределах республики - 357 км. Особое значение при этом всегда имел устьевой участок, связывавший Латвию через Рижский залив и Балтийское море с другими народами и государствами.

Из летописей известно, что в начале XIII века на Даугаве около 20 км от устья возник город Рига - центр ремесленничества и торговли. Первое убежище для судов было устроено в Карловском бассейне (район нынешних автовокзала и центрального колхозного рынка). В 1272 г. стоянка больших для того времени судов была перенесена в Даугаву (Сколис и др., 1974), и с тех пор все причальные и портовые сооружения строятся от Старого города вниз по течению.

Из летописей также известно, что река наносила значительный ущерб городу и соседним селениям (Московкина, 1960). Даугава течет с юго-востока на северо-запад, и в верховьях ледоход начинается раньше, чем вскрывается Рижский залив и устьевой участок реки. Это создавало достаточно тяжелые ледовые условия, на которые накладывались нагонные ветры прижимных направлений (Нагель, 1895; Штейнбах, 1970). Для реки также характерны высокие весенние половодья, пропускающие свыше 50% годового стока примерно за три месяца, частые летне-осенние и зимние паводки, на долю которых приходится свыше 30% годового стока. Остающаяся часть стока (менее 20%) проходит в период летне-осенней и зимней межени.

Регулярные гидрометрические наблюдения за стоком в среднем течении начались в конце прошлого столетия (у г. Даугавпилс и с. Дзелзляс), а в нижнем течении реки - в 20-х

годах нашего столетия (х.Липши). Данные этих наблюдений свидетельствуют о том, что среднегодовой расход Даугавы у Кегумской ГЭС за период до 1980 г. составил $574 \text{ м}^3/\text{с}$, наибольший среднегодовой - $1010 \text{ м}^3/\text{с}$, а наименьший - $341 \text{ м}^3/\text{с}$.

Наивысший наблюдаемый максимальный расход в период весеннего половодья в естественных условиях составил $9970 \text{ м}^3/\text{с}$, а минимальный расход в период межени - $43,1 \text{ м}^3/\text{с}$. Из этих цифр видно, как велика амплитуда колебаний расходов, а следовательно, и уровней в реке. В условиях низких берегов и отсутствия гидротехнических сооружений разрушения, причиняемые потоком, были достаточно ощутимы.

Борьба с последствиями разрушительных явлений природы началась с первых лет существования города. В 1297 г. было проведено первое крепление берега Даугавы у крепостных стен - сооружена деревянная стенка, защищавшая город от наводнений (Сколис и др., 1974). Известны земляные защитные дамбы, построенные в 1640 г. близ Ризингова рукава (Рогов и др., 1964; Сколис и др., 1974). В целях защиты Старого города от подмыва в 1670 г. выше по течению о.Когерсгольм, Розбахсгольм и Либетсгольм были соединены с коренным правым берегом Круднеровской дамбой, благодаря чему основной поток несколько отклонился влево (рис.2). Постройки эти со временем изменялись и частично были разрушены рекой.

Тяжелые ледовые условия, заторы и зажоры льда на устьевом участке не раз приводили к прорыву Даугавой нового выхода в море; устье неоднократно меняло свое положение. Наиболее подробно этот процесс рассматривает В.В.Ромашин (Рогов и др., 1964). На основе историко-графических материалов он делает вывод о том, что с XIII по XVI век Даугава впадала в Рижский залив в районе деревни Вецакки (Старая Двина) - здесь был главный выход реки в залив. К 1608 году Старая Двина заносится морскими отложениями, что вынуждает перенести фарватер много западнее (к месту нынешней Зимней гавани). На картах XVII века (рис.2 и 3) показаны прорывы пляжевой косы в 2 км западнее Донамонд-

- 1- прорыв, сделанный водой в 1697 г. и расширенный в 1709 г.
- 2- крепость Дюнантонг,
- 3- прежнее, закрытое дамбой устье Дины (Даугавы)
- 4- усиленный форт Комет
- 5- вновь построенная дамба форта Комет
- 6- песчаная мель в форме паломесяца

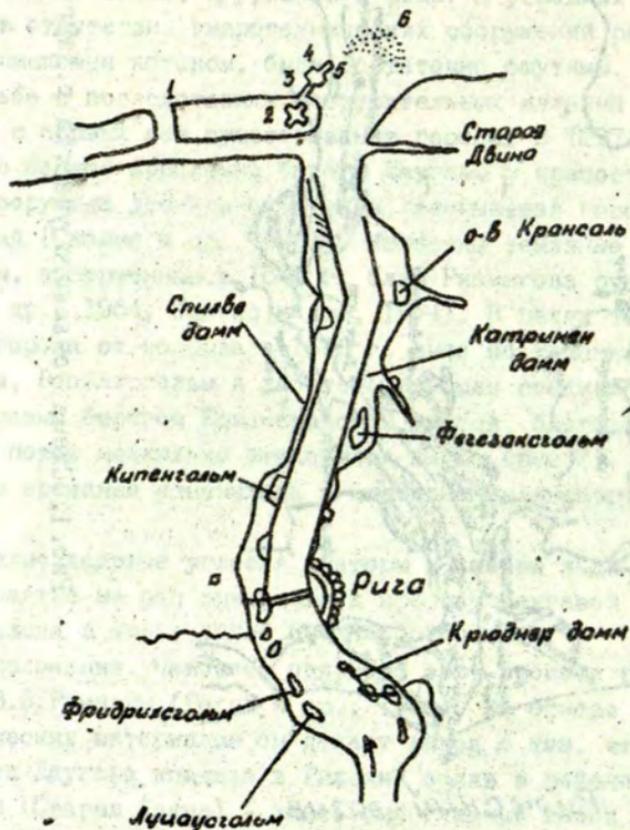


Рис. 2. Схема регулирующих сооружений на р. Даугава в XVIII в.

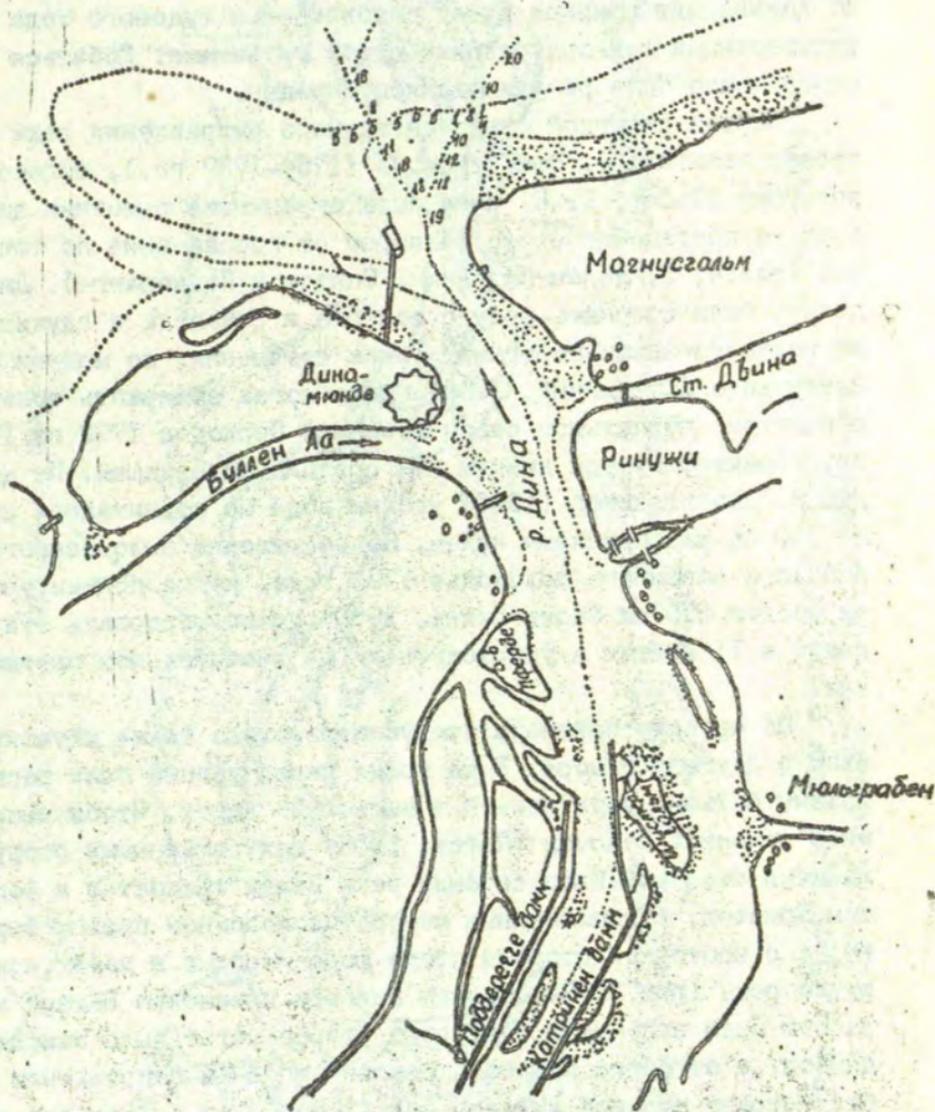


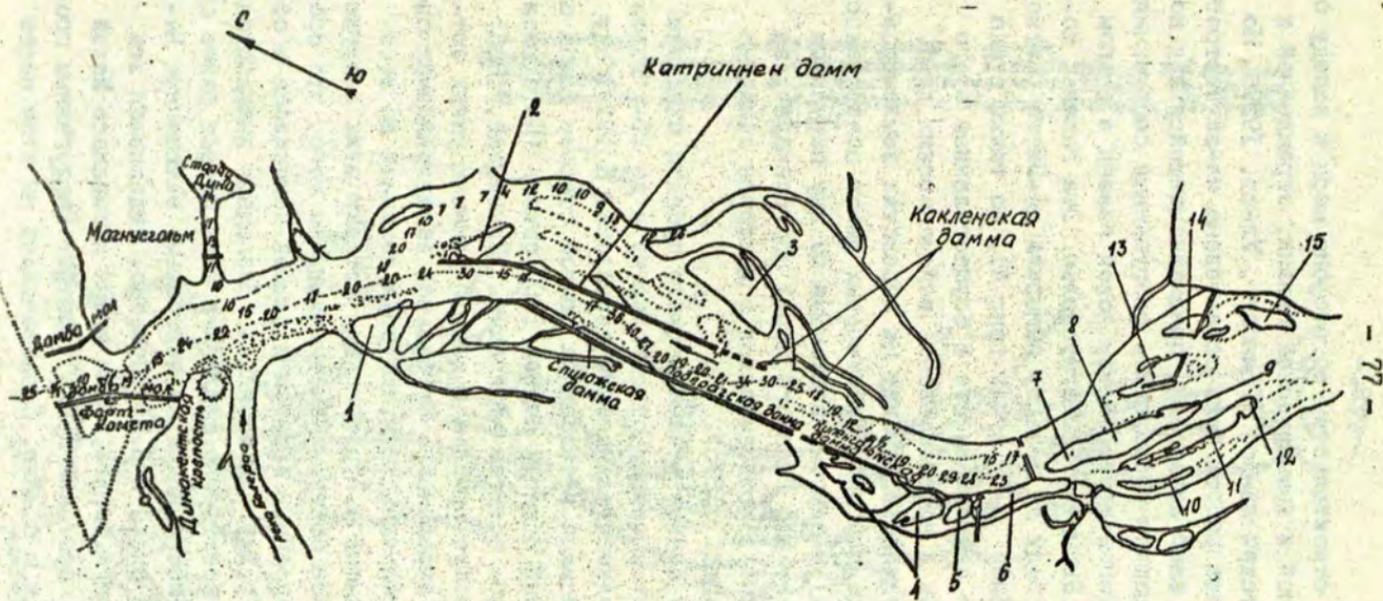
Рис. 3. Схема нижнего течения р. Даугава и регулирующих сооружений в XIII в.;

ской крепости во время больших заторов льда 1697 и 1709 гг. При этом речные наносы откладываются в основном русле, резко меняя положение фарватера. Нужды мореплавания требуют дальнейших поисков путей стабилизации судового хода с достаточными для прохождения судов глубинами. Добиться этого можно было регулированием Даугавы.

Первой попыткой фундаментального выправления реки был проект капитана Э. фон Вейсмана (1764-1782 гг.), согласно которому (Пабст, 1908) река была ограничена высокими дамбами на протяжении около 14 верст от города вниз по течению (рис. 4, 3, дамбы Катринен, Спилве и Поддерагге). Дамбы должны были стеснять реку с востока и с запада и служить ей искусственными берегами. Такие стеснения, по мнению П.П. Пятницкого (Пятницкий, 1886), река могла выдержать только при тихом, нормальном своем течении. Период с 1772 по 1782 гг. характеризуется низким или средним половодьем. По данным Э.Г.Московкиной (1960) уровни воды не поднимались выше 350 см над принятым нулем. Но достаточно было первого высокого весеннего половодья 1783 года, когда подъем уровня достиг 550 см (Московкина, 1960), чтобы прорвать эти дамбы в II местах и уничтожить их на значительном протяжении.

По проекту Вейсмана предусматривалось также улучшить вход в Даугаву с моря. В то время перед устьем были расположены большие мели длиной в несколько верст. Чтобы выпрямить течение, Вейсман (Пабст, 1908) искусственными сооружениями стеснил живое сечение реки между крепостью и Форт-ом Кометой, расположенным на противоположном правом берегу, а с восточной стороны этого форта прорыл в мелях новое русло реки (рис. 2, 3). Только при его преемнике Баузере эти работы были закончены, для чего старое устье было закрыто дамбой, а от форта Комета в северо-западном направлении был устроен широкий морской мол (1781-83 гг.) (Рогов и др., 1964). С восточной стороны русла также был сооружен мол (Житков, 1960) (рис. 4).

В те годы предполагалось устройство новой гавани вблизи устья. Для этого одновременно с Форткометской дам-



Острова : 1- Пфегде, 2- Шустер, 3- Фегезакский, 4- Киппен, 5- М.Кливерс, 6- Б.Кливерс, 7- Газена, 8- Фридриха, 9- Луцена, 10- Юнгферн, 11- Луцауса, 12- Беканга, 13- Розбакс, 14- Либекс, 15- Виберс

Рис.4. План реки Дины с указанием всех плотин, построенных от 1764 по 1782 гг. полк. Вейсманом.

бой приступили к строительству со стороны моря к западу от устья новой военной и коммерческой гавани, огражденной к востоку Форткометской дамбой (Гринберг, Ульст, 1959). Но уже к 1787 году эта работа была остановлена из-за быстрого занесения песком всей акватории, предназначавшейся под новый порт. Тогда решили возобновить разрушенные сооружения Вейсмана и приступить к устройству новой гавани в старом восточном рукаве Двины при о.Магнусгольм. Эта гавань, построенная в 1793 году по проекту генерала де-Витте (Житков, 1960), имела глубину 15-17 футов (рис.4), но также стала быстро заноситься песком. Вместе с осуществлением этого проекта прекратили и восстановление вейсмановских дамб. Было решено поддерживать глубину на перекатах землечерпанием. До 1780 года для дноуглубительных работ пользовались граблями (бороной) и плугом, влекаемыми по дну парусными судами. В 1781 году для Рижского порта построена первая "землечерпательница", приводившаяся в движение лошадьми (Житков, 1960; Нагель, 1895).

Несчастливая судьба вейсмановского проекта охладила интерес к гидротехническому строительству и до 20-х годов XIX в. ничего фундаментального не строилось. К 1819 году от сооружений Вейсмана осталась на правой стороне дамба от Цитадели до о.Малый Везезак длиной 1200 сажень (Катаринен дам, рис.5). Далее остатки этой дамбы (Пятницкий, 1886) простирались до о.Шустергольм в виде 5 длинных узких островов с большими перерывами. От большой западной дамбы оставались незначительные следы, которые доходили до местности, противоположной о.Шустергольм. Остатки этих сооружений становились все более незаметными из-за того, что пространство между коренным берегом и дамбой заносилось и общая конфигурация р.Даугавы менялась. Благодаря выправительным сооружениям, постепенно слились в один остров ранее отдельные острова Кипенгольм и Кливергольм, защищенные Балласт дам (сравни рис.4 и 5,6). Протока, отделявшая эти острова от основного берега, одно время называлась Малой Двяной, позднее - протокой Зунда (рис.6). Аналогичным процессом образовался и о.Заку. Первоначально на этом месте

1- Восточный мол, 2- Зорткеметская дамба.
 Острова: 3- М. Илькиней, 4- Генеральский, 5- Б. и М. Шустер, 6- Б. Кляккеней,
 7- Кронсалль, 8- Пфедде, 9- Фогельс, 10- Фогезакс, 11- Киллал, 12- Кливвер,
 13- Гаван, 14- Фридрихс, 15- Нуйшен, 16- Видетс, 17- Видерс, 18- Луцкус,
 19- Гросс

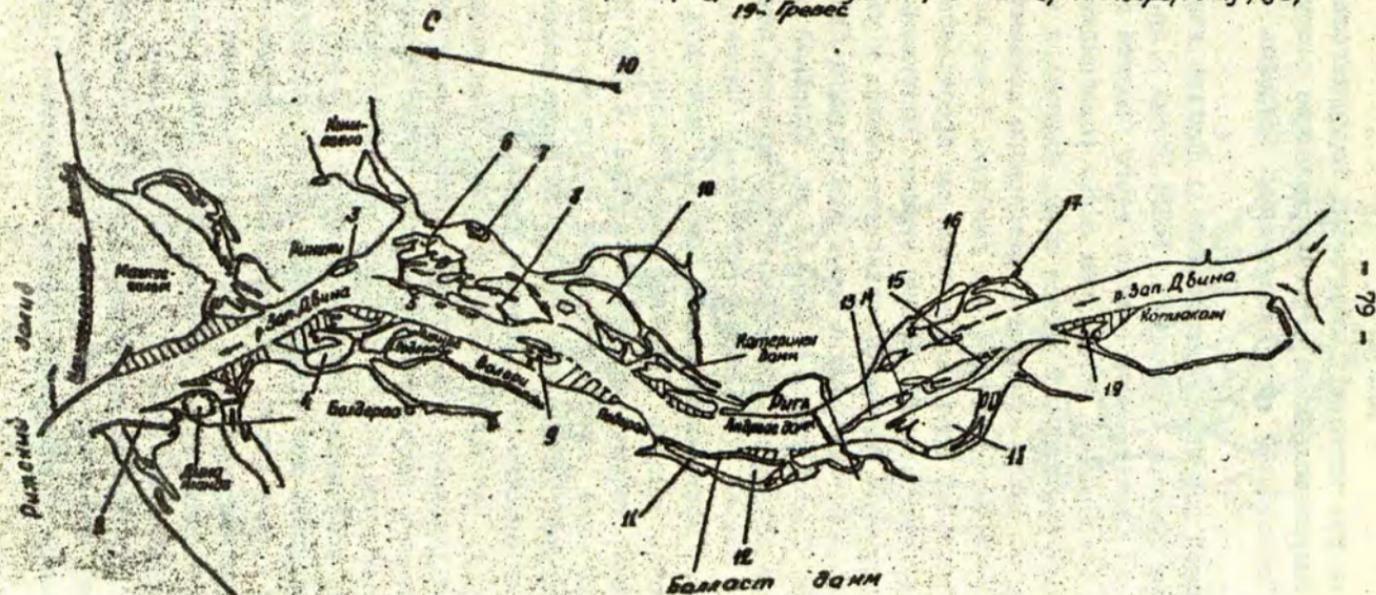


Рис. 5. Схема реки Даугава 1876 г. с одним из вариантов ее регулирования;

дествовали три острова: Газенгольм, Фридрихсгольм и Муйшенгольм. Выправительные и струенаправляющие сооружения привели к "срастанию" трех разрозненных островов (сравни рис. 5 и 6).

Следующей попыткой преобразования Даугавы явился проект инженера Рихтера (Пятницкий, 1886; Рогов и др., 1964) в 1829-31 гг. Существенное отличие этого проекта от вейсмановского заключалось в том, что дамбы возводились значительно выше нормального уровня воды, благодаря чему весенние воды не могли оказывать чрезмерного давления на них, а беспрепятственно проходили над дамбами. И все же этого было недостаточно. Требовались коренные преобразования русла и, прежде всего, - возведение внешних сооружений, "ограждающих устье от бокового надвигания песков и увеличивавших полезное действие речной струи для размыва бара" (Нагель, 1895). С этой целью в 1850-61 гг. с правой восточной стороны была возведена Магнусгольмская морская дамба (восточный мол) длиной 1050 саженей (2236,5 м) (Нагель, 1895; Пабст, 1908). Построенная дамба (рис. 5), действуя как сооружение против наносов (Торговые порты России..., 1908), способствовала увеличению глубин на баре: к 1860 году не стало больше мели, препятствовавшей заходу в устье судов с большой осадкой. Однако сама Двина требовала систематических работ по очистке и углублению русла.

В 1867 г. Наьерским был разработан план полного регулирования устьевое участка. Из материалов Центрального государственного исторического архива (ЦГИА) Латвийской ССР (фонд 108, арх. № 212) следует, что проект Наьерского предполагал углубление реки до 18 футов (5,4 м), предусматривая: запрудить все отделяющиеся рукава, направить весь поток воды в одно русло, увеличить малые глубины посредством сооружения продольных плотин и выступающих от берегов запруд и полужапруд, укрепить поврежденные подмывом берега, построить набережные (Рис. 5). К 1873 году часть намечавшихся работ была выполнена. Поверочные изыскания 1874 г. показали, что река изменила свое состояние, поэтому в первоначальный проект были внесены изменения. К осуществле-

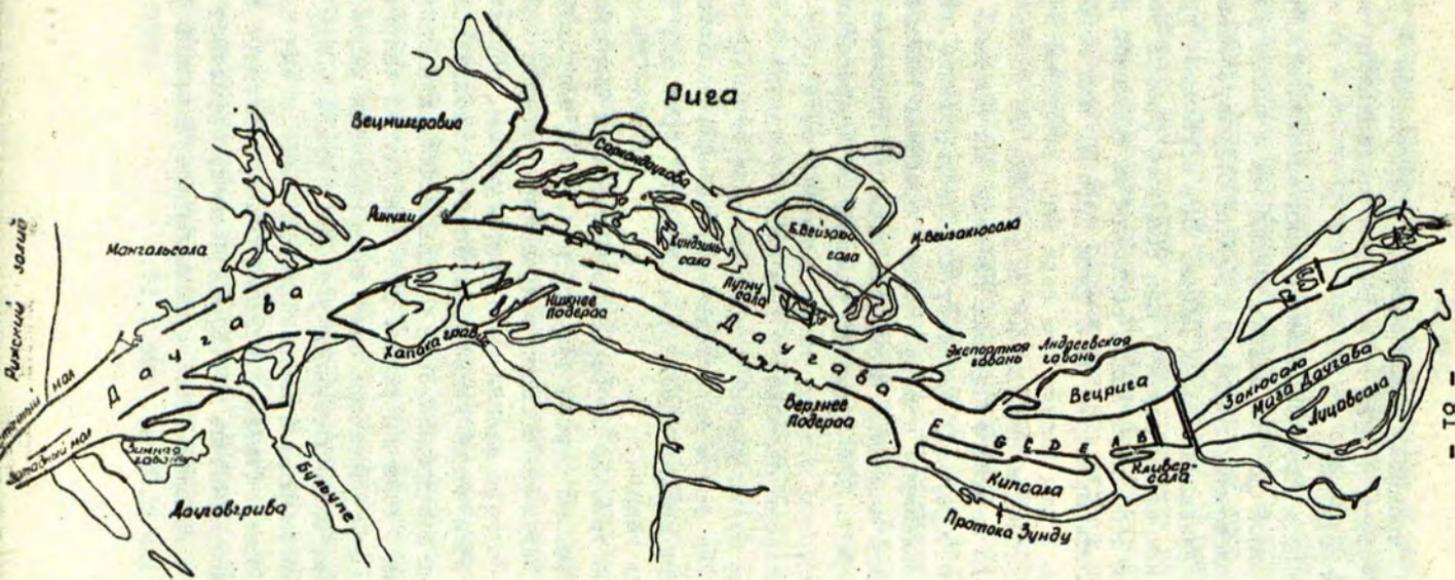


Рис.6. Схема р.Даугава на начало XX века

нию нового проекта, разработанного инженером А.Ф.Бетти-хером, приступили в 1875 г. и работы продолжались в течение двух десятилетий.

Выше города при выправлении реки оставлены два рукава: главный, шириной до 220 саженей (468,6 м) и более узкий боковой, расположенный с правой стороны о.Луцаусгольм (рис. 6), позднее названный Малая Двина. Все остальные рукава были более или менее закрыты для среднего уровня воды. Устроенные для этой цели дамбы состояли из фашинной кладки. Они возвышались примерно на 2 фута (0,6 м) над нормальным уровнем воды и для защиты ото льда были вымощены булыжником.

Выправительные сооружения на участке от железнодорожного моста до Верхнего Подераа служили для сужения потока. С этой целью береговая линия от железнодорожного моста до замка была выдвинута в реку. Позже городская набережная была ограждена каменной стеной по проекту главного городского инженера А.Агте. Ниже по течению на Андреасгольме соорудили шпунтовую стенку, также выдвинув ее в реку. Затем при строительстве Экспортной гавани было признано целесообразным еще более сузить живое сечение реки (Булгаков и др., 1952). На левом берегу реки для стеснения потока были сооружены три свайные дамбы АВ, СDE и FG (рис.6), за ними образовались гавани.

Ниже по течению от Верхнего Подераа до Нижнего Подераа вдоль правого берега тянулся целый ряд островов, между которыми в какой-то степени сохранились остатки вейсмановских дамб. Острова меняли свою конфигурацию, обрастали наносами. На этом этапе гидротехнического строительства выправительные сооружения были предназначены для сосредоточения потока в главном русле. Для ликвидации значительной криволинейности фарватера была снесена левая часть острова Фогельсгольм, землечерпанием углублено русло между оставшейся частью острова и левым берегом. Сюда и был перенесен фарватер. Позже остатки о.Фогельсгольм, благодаря заносу проток, присоединились к о.Кундзиньсала, образовав с ним одно целое и утратив свое первоначальное название (о.Фогельсгольм или о.Путну, рис.5,6).

На старых картах с промерами глубин в районе Белой Церкви (д. Ринужи) (ЦГИА, фонд 6828) можно видеть глубины порядка 50 и более футов, причем в этом месте фарватер также делал крутой поворот (рис. 6). Вдоль левого берега через мелководье был прорыт новый фарватер длиной более 1 версты, вдоль правого берега - сооружены продольные дамбы, направившие поток в новое вырытое русло. В районе города и ниже Беттихер предполагал углубить фарватер до 18 футов (5,4 м), но увеличивающиеся требования судоходства заставили его преемника А. В. Нагеля принять меры к еще большему углублению русла.

Построенная Магнусгольмская дамба, как отмечалось выше, на какое-то время улучшила судоходные условия в устье реки, но увеличение осадки судов требовало дальнейшего углубления фарватера, и в 1881-85 гг. сооружается Западный мол как продолжение Форткометской дамбы. Одновременно с этим укрепляются берега в нижнем течении реки, строятся причальные сооружения.

Благодаря выправительным и землечерпательным работам, к 1908 г. фарватер до самого города был углублен до 20-24 футов (6,6-7,2 м) (Пабст, 1908). К 1913 г. основные сооружения порта были закончены, а берега реки от Кенгарагса до низовья укреплены.

Все последующие годы регулярно проводилось землечерпание по фарватеру для поддержания объявленных глубин. С 1913 по 1955 год обеспечивался 8-метровый фарватер от устья до Риги.

В 50-е годы начались стационарные наблюдения за стоком взвешенных наносов реки, который складывается из продуктов плоскостной и русловой эрозии. Физико-географические условия бассейна р. Даугавы способствуют формированию относительно небольшого стока взвешенных наносов. Согласно исследованиям М. М. Рогова и др. (1964), средний годовой твердый сток Даугавы составляет 0,44 млн. т, из которых 0,35 млн. т приходится на глинистые частицы и 0,09 млн. т - на песчаные. Взвешенные наносы составляют около 96% твердого стока.

Руслорегулирующие гидротехнические сооружения, возведенные в конце прошлого и в начале этого века, способствовали стабилизации потока в нижнем течении Даугавы, но практически не повлияли на величину жидкого и твердого стока реки.

Начиная с середины нашего столетия, в среднем, а затем и в нижнем течении Даугавы строится каскад ГЭС с водохранилищами: в 1939 г. (восстановлена после разрушения в 1952 г.) Кегумская ГЭС, в 1965 г. - Плявиньский комплекс и, наконец, в 1974 г. - нижняя Рижская ГЭС. С вводом в эксплуатацию Кегумской ГЭС (1952 г.) возрастают аварийные и страховые сборы - до 14000 м³/с, но они кратковременны и на нижнее течение Даугавы практически не влияют. Плявиньская ГЭС, расположенная выше Кегумского водохранилища, также не оказывает существенного влияния на устьевой участок. Однако ввод в строй Рижской ГЭС существенно изменил ситуацию. ГЭС расположена недалеко от устья. Ее плотина полностью перекрыла русло реки, отрезав нижнее течение Даугавы. Она проходит через оба рукава (Галвена- и Сауса-Даугава) и о.Доле, соединив правый берег с левым. Гидроэлектростанция не имеет санитарного расхода и работает в пиковом режиме. Осенью и зимой она чаще всего работает два раза в сутки по 3-4 часа, а летом - один раз в сутки (обычно в утренние часы). Как правило, работают 5-6 агрегатов, что обеспечивает расход воды порядка 3000-3600 м³/с ежедневно с понедельника до пятницы (в субботу и воскресенье ГЭС не работает). Таким образом, почти ежедневно на устьевом участке возникают искусственные паводки. Следовательно, на этом участке Даугава утратила свои естественные черты и превратилась в зарегулированный канал, режим которого зависит от нужд энергосистемы - от уровня режима Рижского залива. По предварительным оценкам, которые, правда, требуют проверки, это привело к увеличению руслоформирующей способности речного потока примерно на 25% при общем уменьшении твердого стока в 2-3 раза. Кроме того, произошло перераспределение твердого стока: увеличилась мутность в период межени (8-10 г/м³ в 1960 г. против

2-5 г/м³ в начале 60-х годов) и уменьшилась мутность в период весеннего половодья (20-25 г/м³ в 1980 году против 100-400 г/м³ в начале 60-х годов).

Наряду с гидротехническим строительством уже с 1781 г. начались регулярные дноуглубительные работы. Из материалов, собранных В.В.Ромашиным (Рогов и др., 1964), следует, что с 1866 по 1957 гг. объем вынутого грунта по судовому ходу в среднем за десятилетие составлял примерно 5 млн.м³, кроме периода 1896-1915 гг., когда объем вынутого грунта значительно возрос, вероятно, за счет проводившихся тогда капитальных руслорегулирующих работ. После 1957 года объем землечерпания удваивается и продолжает расти не только за счет углубления судового хода, но и за счет возросшей потребности республики в строительном песке. В итоге сейчас уже идет разработка вековых невозполнимых запасов.

Все это самым существенным образом повлияло на ход и характер русловых процессов.

Режимные наблюдения, проводившиеся на Даугаве до ввода в строй Рижской ГЭС, для изучения ее устьевых участка представляют теперь, в основном, чисто исторический интерес. Для будущего первостепенное значение приобретают материалы наблюдений, полученные после 1974 года. Их пока немного, но они уже сейчас позволяют сделать некоторые обобщения.

Новые черты гидрологического режима и гидрографии устьевых участка.

Морфологические изменения. Размеры устьевых участка сократились на 4-5 км. Рукав Галвена-Даугава перекрыт в 2 км выше Марушки, а рукав Сауса-Даугава - в 1,7 км выше пос. Кекава. Длина участка по первому рукаву составляет 30 км, по второму - 32 км. Порожистый участок рукава Галвена-Даугава теперь затоплен и входит в верхний бьеф Рижского гидроузла. Русло бывшей протоки Сауса-Даугава, также порожистое на всем протяжении, теперь превращено в непроточный затон, и весь сток реки направлен по прямолинейному рукаву

Галвена-Даугава.

Изменения в режиме уровня воды и течений. Систематические сбросы вод вызывают резкое повышение уровня воды и увеличение скоростей течения. По мере удаления от плотины и приближения к устью волна сброса расплывается и уменьшается ее амплитуда. Так, при сбросе, равном $3000 \text{ м}^3/\text{с}$, уровень воды у плотины поднимается на 3 м , на посту Марушка - на $2,5 \text{ м}$, у Красного Квадрата - на $0,8 \text{ м}$, у Андрейосты - на $0,4 \text{ м}$, а в устье (Даугавгрива) - почти не изменяется.

Изменение скорости течения по мере удаления от плотины выражено не столь резко. Так, если у плотины она несколько превышает 2 м/с , то у Красного Квадрата составляет $1,35 \text{ м/с}$, у Андрейосты - $1,25 \text{ м/с}$, а у Даугавгривы сохраняется близкой к $1,00 \text{ м/с}$ (Pastors, 1977). С другой стороны, систематические остановки Рижской ГЭС, связанные с накоплением вод для последующего сброса, существенно влияют на русловый процесс, способствуя отложению наносов. После прекращения сброса уровень воды начинает резко падать. Возникает обратная волна, при которой около трех часов вода со скоростью $10-12 \text{ см/с}$ течет вверх по руслу, а уровень у Марушки, Красного Квадрата и Андрейосты оказывается ниже, чем у Даугавгривы.

Влияние сгонно-нагонных явлений на режим уровня и течений стало более сложным, поскольку естественные сгонно-нагонные колебания складываются с искусственными при сбросах вод через плотину ГЭС.

Изменение ледовых условий. Ежедневные зимние сбросы вод способствуют возникновению новых ледовых условий, особенно заметных в рукавах Сауса- и Галвена-Даугава, существенных - на участке о. Доле-Андрейоста и слабых вблизи устья.

Новое в ледовых условиях характеризуется повсеместным изменением сроков наступления ледовых фаз, их продолжительности и особенностями формирования устойчивого ледостава. Сравнительно небольшой фактический материал наблюдений в условиях работы Рижской ГЭС все же показывает, что промежуточный период между появлением первых ледовых образований

и установлением ледостава весьма своеобразен и носит потенциально опасный характер для гидротехнических сооружений.

До ввода в эксплуатацию Рижской ГЭС затяжное ледообразование бывало на порожистых участках Галвена- и Сауса-Даугава с довольно интенсивным шугообразованием и очагами заторно-зажорного характера. Теперь же в рукаве Сауса-Даугава независимо от объема сброса воды быстро образуется устойчивый ледостав, а сам рукав перестал быть источником шугообразования. Зато в рукаве Галвена-Даугава, даже в условиях сохранения морозной погоды при любом объеме сброса устойчивый ледостав практически не наступает, а мелководный и узкий отрезок этого рукава при систематических сбросах, сопровождаемых резкими колебаниями уровня воды и большими скоростями течения, стал постоянным продуцентом шуги. В условиях чередования сравнительно непродолжительных периодов сбросов (3-4 часа) с более продолжительными периодами остановок ГЭС (8-10 часов) масса шуги поступает в район ниже о.Доле и останавливается от о.Доле до Андрей-осты. Этому способствует расширение русла, падение скоростей течения и наличие целого ряда крупных гидротехнических сооружений (Московский, железнодорожный, Октябрьский и Горьковский мосты). В районе Катлакалнса почти ежегодно образуется очаг неполного затора (зажора) без резких подъемов уровня воды. Остановившаяся масса шуги в дальнейшем могла бы стать основной для образования устойчивого ледостава от о.Доле до железнодорожного моста при условии строгого соблюдения ограниченных по величине сбросов воды порядка 700-1000 м³/с. В этом случае в условиях морозной погоды и при отсутствии продолжительных и глубоких оттепелей ледостав сохраняется в течение всей зимы. Но обеспечение строго лимитированных сбросов не всегда возможно. Оно исключается в осенне-зимние периоды с повышенной водностью, когда возникает необходимость дополнительных сбросов воды (в случае притока, повышающего уровень воды в водохранилище выше проектной отметки, равной 18 м). Практика работы Рижской ГЭС в зимний период и фактические последствия показывают, что наиболее неблагоприятным для образования

устойчивого ледостава от о. Доле до железнодорожного моста является резко переменный режим сбросов. При таком режиме интервалы работы ГЭС с расходами воды порядка 700-1000 м³/с чередуются с наибольшими расходами воды (до 3600 м³/с), что вызывает наиболее интенсивное шугообразование от плотины ГЭС до Катлакалнса. Образующиеся массы шуги продвигаются до железнодорожного моста и на всем протяжении примыкают к берегам, образуя забереги, а в дальнейшем - неустойчивый ледостав. Вязкая масса молодого льда в виде шуги, сала, снежуры и мелкобитого льда, не прошедшая через гидротехнические сооружения и не вынесенная в Рижский залив, после прекращения сброса останавливается от Катлакалнса до Андрейосты. Выше Московского моста наблюдаются навалы и скопления масс льда на береговых отмелях. Особенно опасен резко переменный режим сбросов при морозной погоде, когда с каждым новым циклом на участок Катлакалнс-Андрейоста приносятся все новые и новые порции шуги, с увеличением объема которой возрастает и угроза гидротехническим сооружениям. Даже весьма приближенный подсчет показывает, что объем шуги и мелкобитого льда на участке протяженностью 16 км при средней ширине русла 500 м и условной толщине массы льда 1 см уже составляет 80000 м³.

Все это не может не сказываться на руслоформирующих процессах кратковременного и даже долговременного характера и должно учитываться в практических целях. Существенное увеличение руслоформирующей активности устьевое участка вызывает остропиковый режим Рижской ГЭС в течение всего года, включая ледовый период, и создает здесь круглогодичные паводочные условия, ограниченные в прошлом периодом весеннего половодья. Таким образом, и в зимний период, когда по-новому формируются и развиваются ледовые условия, активность руслоформирующих факторов не ослабевает, а проявляется по-своему и безусловно оставляет определенные следы.

Изменился также характер весеннего вскрытия и ледохода: Вскрытие наблюдается практически одновременно по всей зоне образования ледостава, за исключением рукава Сауса-

Даугава. Вскрытию способствует искусственный взлом льда буксирами. Средняя дата вскрытия почти повсеместно стала более ранней. Так, по Красному Квадрату она сместилась с 3 апреля на 22 марта. Возможность образования заторов по существу отпала в рукавах Сауса- и Галвена-Даугава и значительно уменьшилась в остальных районах. Весенний ледоход, как правило, уносит к устью мелкобитый лед, поступающий из водохранилища Рижской ГЭС и самого устьевого участка. Период весеннего ледохода в зависимости от притока и режима сбросов может быть очень растянутым (например, в 1977 году: 16 дней - Красный Квадрат, 30 дней - Марушка), в то же время количество дней с фактическим наличием ледохода может не превышать 3-5. Средние даты окончательной очистки устьевого участка стали более ранними (на 4-12 дней). Заметно сократилась продолжительность периода с ледовыми явлениями: на 29 дней у Марушки, на 16 дней - у Красного Квадрата. Можно сказать, что режим работы Рижской ГЭС способствует очистке устьевого участка ото льда, тем самым уменьшая влияние на естественный русловый процесс в этот период.

Разделение устьевого участка по характеру русловых процессов. С точки зрения русловых процессов устьевой участок р.Даугавы можно разделить на три района (Гринбергс, Ульст, 1959; Ульст, 1957).

Первый - от плотины Рижской ГЭС до низовья о.Доле. Характеризуется неглубоким залеганием коренных пород - доломитов, доломитовых мергелей или глины. Глубины врезки реки в поверхность коренных пород местами составляют 5-8 м. Здесь оказывается наибольшее влияние сбросов, наблюдаются максимальные скорости течения (до 2,00 м/с), наибольшая суточная амплитуда колебаний уровня - более 3 м и транзит транспортируемого твердого материала. Наличие немногочисленных прирусловых песчаных отмелей в условиях каменистого русла свидетельствует о развитии глубинной эрозии.

Второй район - от нижней оконечности о.Доле до железнодорожного моста (16-26 км от устья). Здесь увеличиваются

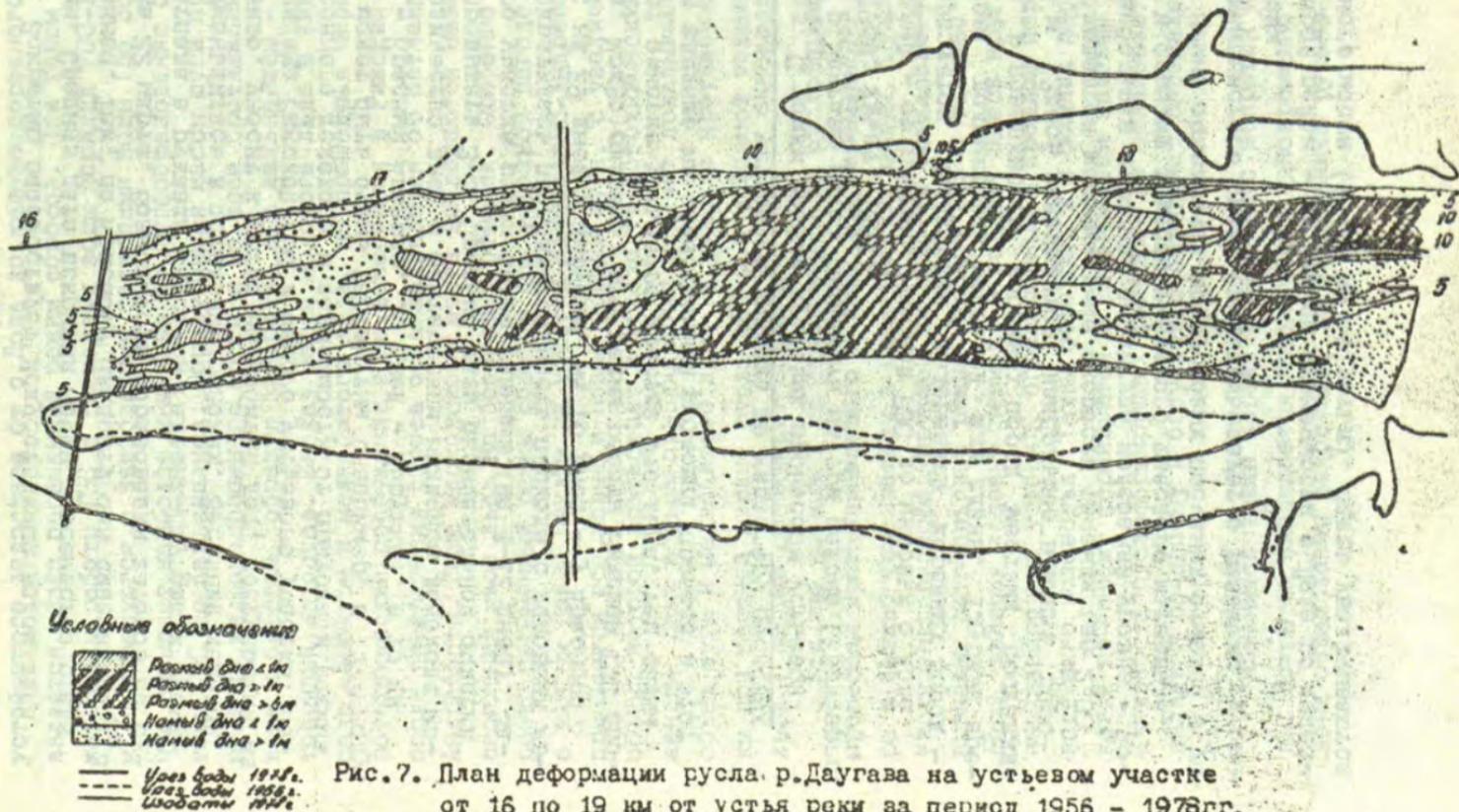


Рис. 7. План деформации русла р. Даугава на устьевом участке от 16 по 19 км от устья реки за период 1956 - 1976 гг.

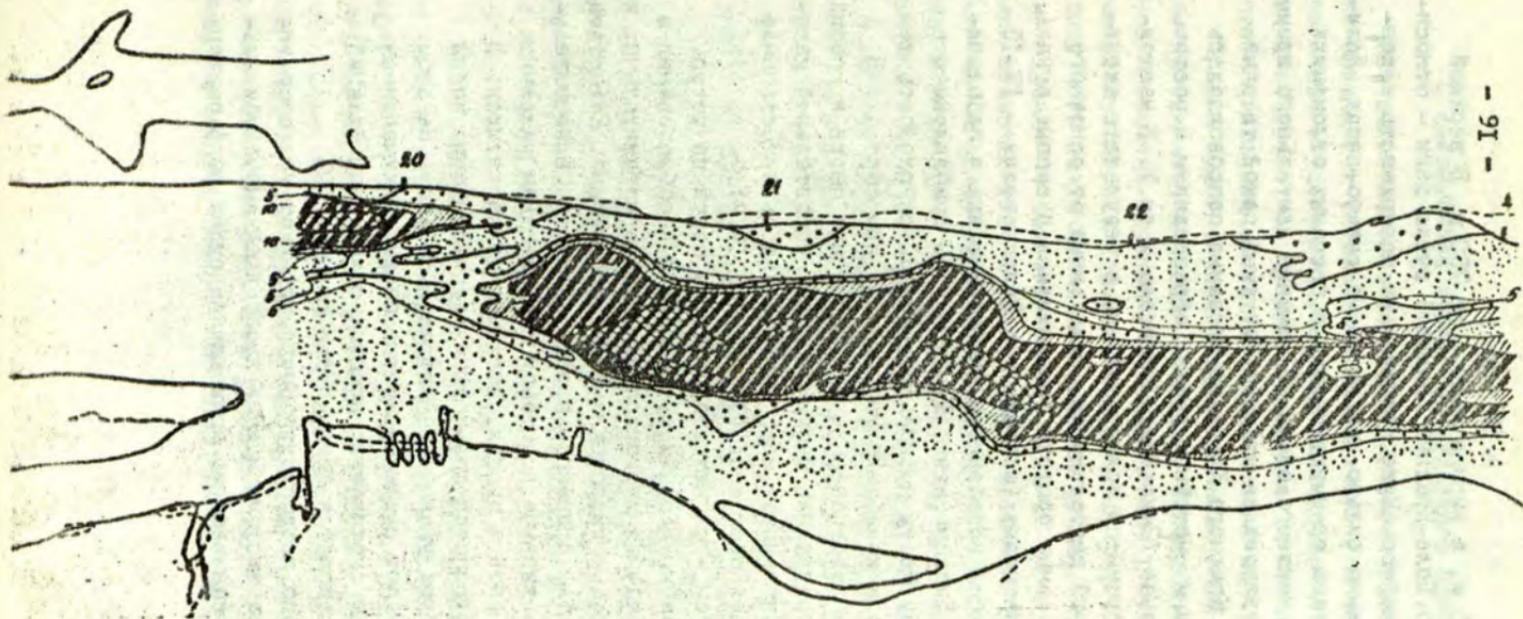


Рис. 8. План деформаций русла р. Даугава на устьевом участке
 (от 20 до 23 км от устья реки) за период от 1956-1978 гг.
 Условные обозначения см. на рис. 7.

глубины до 5-15 м, а ширина реки - до 730 м. В верхней части района (о. Доле-Красный Квадрат) русло реки - относительно прямолинейное. Ниже Катлакална поверхность коренных пород довольно сильно наклонена на северо-запад. Долина реки выработана преимущественно в песчаных отложениях Балтийского ледникового озера. В течение длительного времени здесь аккумуляровался транспортируемый рекой твердый материал. Ниже Красного Квадрата врезание сопровождалось некоторым боковым смещением русла, образованием и ростом пойменных островов (Заксала, Луцвасала и др.). В настоящее время эти процессы приостановлены в результате активной антропогенной деятельности. Отделенные от основного русла многочисленные протоки превратились в слепые рукава, часть которых засыпана (протока у о. Звиргздусала - 17-18 км) или подвержена постоянному накоплению ила и заболачиванию (протока Еиекснравис, 17-19 км). С приближением к железнодорожному мосту несколько уменьшается скорость течения и амплитуда колебаний уровня воды при сбросах. В русле широко распространены крупнозернистые пески и гравий, добываемые на протяжении многих лет как строительный материал. Это в значительной мере нарушает здесь естественное развитие русловых процессов (Эберхардс, 1972).

Третий район - от железнодорожного моста до устья. Здесь ярко выражены черты искусственного преобразования в результате возведения многочисленных русловыпрямительных и берегоукрепительных гидротехнических сооружений. Естественная русловая сеть, сформировавшаяся до начала выправительных работ, была типично дольтовой с множеством различных по размеру островов и протоков, частично сохранившихся. В этом районе наблюдается дальнейшее расластывание волны сброса и некоторое уменьшение скорости течения. На этом участке преобладают среднезернистые пески, отличающиеся высокой степенью сортировки: весовое содержание фракций 0,5-0,25 мм достигает в большинстве случаев 70%.

Дно морского продолжения русла устилают мелкозернистые пески. Здесь систематически проводятся дноуглубительные работы, обеспечивающие прохождение судов по фарватеру.

О современном характере руслового процесса.

Для выявления особенностей руслового процесса с 1978 года проводятся специальные наблюдения. Учитывая трудность охвата всего устьевое участка, наблюдения сосредоточены в двух его частях: от Красного Квадрата до железнодорожного моста и у входных молов (протяженность 2 км).

Правый берег верхнего участка наблюдений укреплен на всем протяжении, а левый - местами. В последние 10 лет здесь проведены крупные гидротехнические работы (строительство Московского и Горьковского мостов, укрепление берегов), в силу чего почти полностью засыпан рукав, отделявший о. Звиргздусала от правого берега. В 20-22 км от устья расположен обширный плес с наибольшими глубинами II-12 м. На 21-ом км от устья находится крупный побочень и небольшой о. Круминьсала. Вдоль левого берега - ряд крупных пойменных островов (Закусала, Луцавсала, Биекенсала), короткие рукава и протоки (Маза-Даугава, Биекенгравис). У правого берега (18-20 км от устья) - обширный затон - остаток бывших рукавов, отделивших небольшие пойменные острова от берега. В устье затона по всей ширине русла имеется "подводная яма" - результат интенсивного землечерпания строительного песка с максимальными глубинами до 15 м. На небольшом отрезке реки в I-I,5 км в результате землечерпания естественные формы русла полностью искажены. Между железнодорожным и Московским мостами, где русло сужается до 450-500 м, находится широкая аккумулятивная гряда с наибольшими глубинами 7-8 м. Ширина протоки Маза-Даугава - 250-300 м, наибольшая глубина - 9 м (в устье о. Закусала).

План деформации (рис. 7, 8) отражает суммарное изменение рельефа дна за 22-летний период. В 23-30 км от устья выделяется генетически однородный участок деформации с четко выраженной зоной размыва на середине реки и не менее выраженными полосами аккумуляции вдоль обоих берегов. Граница между зонами размыва и аккумуляции проходит примерно по 5-метровой изобате. Зона размыва (рис. 9, 10) плавно смещается к правому берегу. Объясняется это тем, что у право-

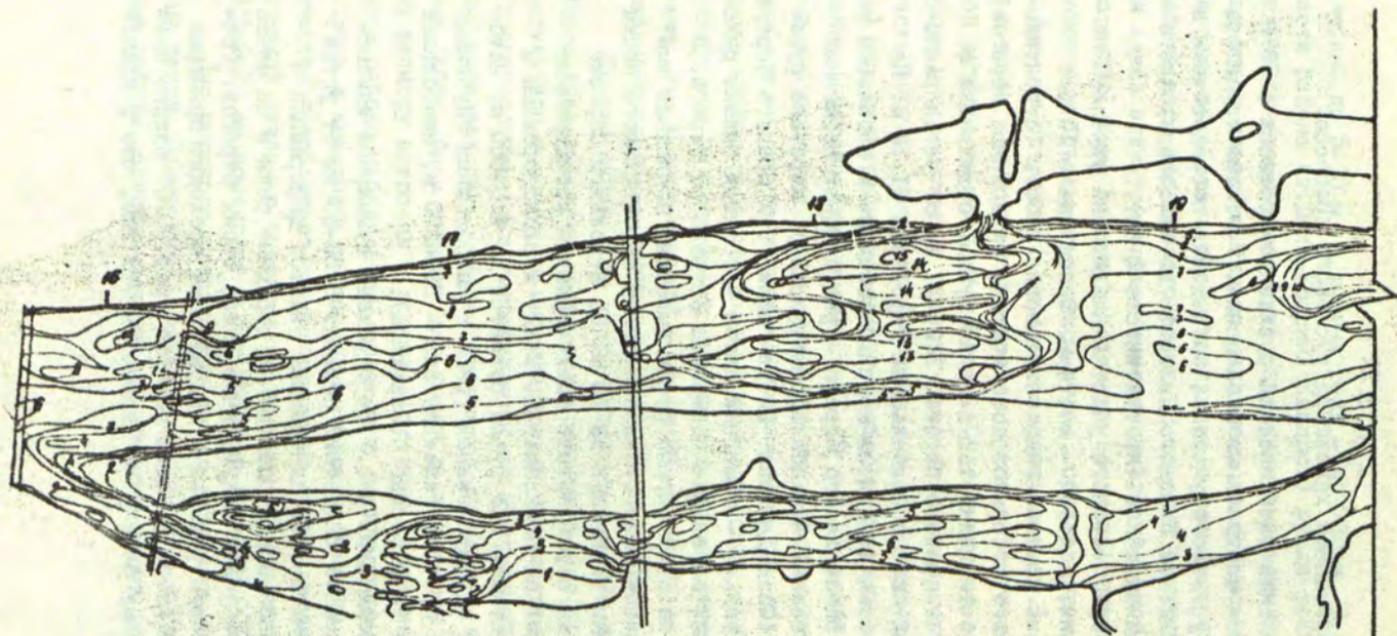


Рис.9. План глубин р.Даугава на устьевом участке реки от
16 по 19 км от устья (1978).

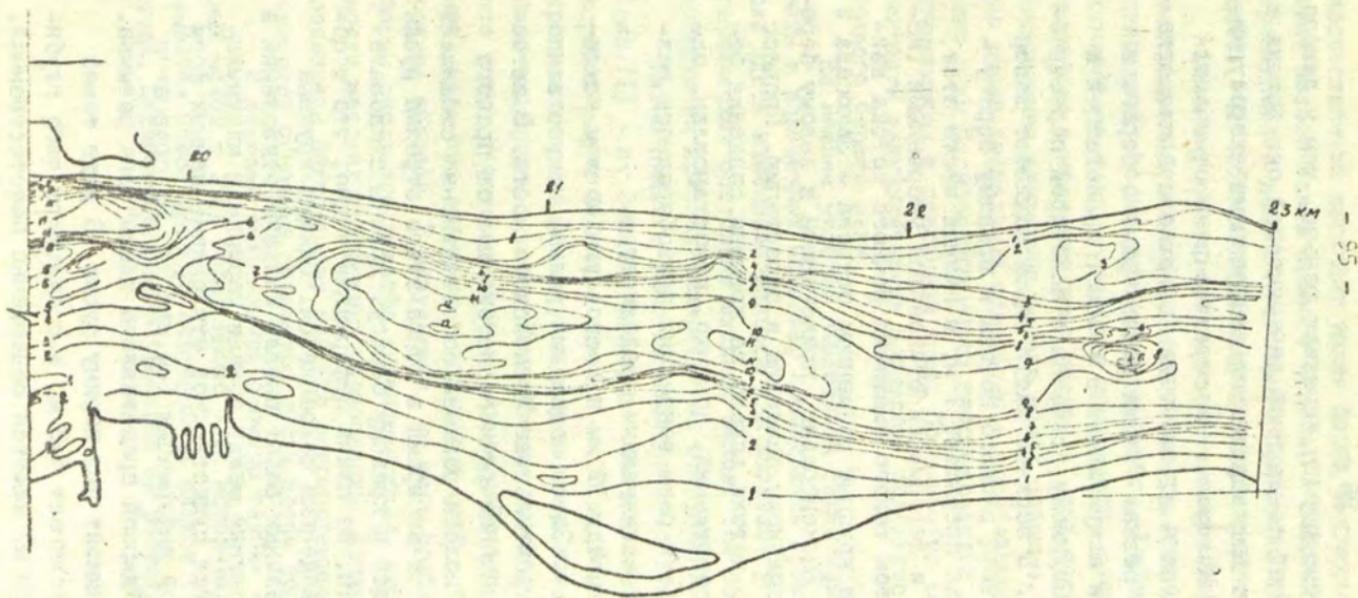


Рис. 10. План глубин р.Даугава на устьевом участке реки
(от 20 по 23 км от устья, 1978 г.).

го берега доломитовые породы исчезают раньше, чем у левого берега, а также общей тенденцией динамической оси потока к правому берегу, что подтверждается измеренными скоростями течения у Красного Квадрата. На середине реки отмечаются зоны с размывом более 4 м, что также связано с замлецерпанием строительного песка. Размыв вдоль правого берега в 19-20 км от устья и аккумуляция в полосе, прилегающей к левому берегу, по-видимому, связаны с некоторой перестройкой речного потока. В верхней части здесь начинает завершаться плавный переход речного потока к правому берегу - размыв и аккумуляция превышают 1 м; в нижней части этот переход завершен и деформации становятся умеренными (менее 1 м). Результатом такого смещения речного потока явились образовавшиеся крупные пойменные острова - Закюсала и Лунавсала, а рукав Биекенгравис, прилегающий к левому берегу, подвержен постепенному заилению и зарастанию. Процесс перемещения речного потока вправо со времени создания берегоукрепительных сооружений, конечно, приостановлен, однако в подводной части реки тенденция правобережного размыва и левобережной аккумуляции продолжается.

Отрезок русла между 19 км и Московским мостом исключительно своеобразен. Здесь подводный рельеф искусственно преобразован при строительстве Московского моста. В естественных условиях смещение речного потока шло от правого берега к левому, и полоса размыва соответственно смещалась к левому берегу. В то же время в конце этого отрезка русла в полосе, прилегающей к правому берегу, должны следовать аккумулятивные формы. Из плана деформации видно, что в общих чертах такая тенденция сохраняется. Однако крупные объемы землечерпательных работ внесли большие отклонения в естественные соотношения между зонами размыва и аккумуляции. Этим объясняется существенное отклонение данных форм от форм естественной деформации (см. рис. 7). Из сравнения видно, насколько обширной представлена здесь зона размыва. Она по существу занимает всю ширину русла. В ряде точек величина размыва достигает 6-8 м, в результате чего глубина в этом районе (15 м) кажется совершенно неестественной.

Неестественной выглядит также форма аккумулятивной зоны узкой полосы вдоль правого берега, в верхней части резко переходящей в довольно обширную при стыке с Московским мостом, что объясняется искусственным переносом грунта.

Наконец, последний отрезок на плане деформации - от Московского до железнодорожного моста, где состав грунта однородный: песок различной крупности. Наблюдениями здесь установлена также некоторая перестройка речного потока, связанная с наличием опор мостов и, как следствие, - возникновением вихревого потока между опорами. Здесь деформации русла достаточно однородны - преобладает аккумуляция. Лишь ниже Московского моста прослеживается полоса размыва, примыкающая к описанной выше. По наиболее выраженной интенсивности аккумулятивных процессов выделяется полоса вдоль правого берега реки.

На нижнем участке наблюдений также измерялись расходы воды и взвешенных наносов, проводились промеры. Происходящие здесь изменения рельефа дна вызывают у порта тревогу за техническое состояние входных молов, тем более, что местами обнаружены признаки повреждения сооружения.

Длина нижнего участка наблюдений составляет 2 км (рис. II) - от Зимней гавани до голов молов. Ширина русла в верхней части 650 м, в нижней - 430 м. Берег полностью укреплен кладкой из валунов или высокой каменной дамбой. Молы выдвинуты в море. Генетически участок связан с баром, что четко прослеживается во взаимодействии двух гидрорежимов: моря при волнении и нагонах и реки - при паводках и режиме сбросов. В результате, по мере приближения к морю формы руслового рельефа видоизменяются, приобретая особенности морских прибрежных образований. Кроме того, участок подвержен постоянному влиянию антропогенных факторов. По существу основные параметры русла здесь созданы человеком.

В архивах сохранились промеры глубин на участке входных молов с 1885 года. Кроме этих исторических материалов, имеется более десятка современных планов глубин до 1980 года. Совместный анализ промеров на расчетном участке дли-

ной 2 км (рис. II) позволяет представить изменение емкости русла почти за сто лет:

| Годы | Емкость русла млн.м ³ | Годы | Емкость русла млн.м ³ |
|------|-------------------------------------|------|-------------------------------------|
| 1865 | 6,5 | 1941 | 9,2 |
| 1908 | 8,3 | 1952 | 9,4 |
| 1931 | 8,7 | 1980 | 10,6 |

За первые 50 лет емкость русла увеличилась почти на 40%, затем, вплоть до 1970 года оставалась без существенных изменений, а затем с увеличением глубин на фарватере до II-IV,5 м, произошло новое приращение емкости русла на 20% по сравнению с первоначальным объемом.

Анализ рельефа дна позволяет отнести протекающий здесь русловой процесс к ленточно-грядовому и побочному типам. Такой характер обусловлен особенностью состава грунтов, представленных хорошо отсортированным средне- и мелкозернистым песком. При этом распределение преобладающей фракции, в общем, согласуется с рельефом: мелкозернистый песок слагает побочные отмели, среднезернистый устилает фарватер на всем его протяжении, а крупнозернистый песок образует небольшие пятна и полосы на дне наиболее глубоких плесов.

В результате проведенных крупных гидротехнических мероприятий произошла общая трансформация русловых форм, поэтому их определение в плане весьма затруднительно, хотя отдельные образования заметны. Можно отметить, что между устьем р. Хапакагравис и Даугавгровкой широкий и пологий наносной вал по диагонали пересекает русло и следует вдоль правого берега до устьевых молов. Вдоль левого берега от Зимней гавани просматривается слабо выраженный побочень. По всей длине участка на середине русла, пересекая все отмеченные формы рельефа, широкой полосой проходит фарватер, поддерживаемый ежегодным землечерпанием. По данным Рижского морского порта, габариты морского канала менялись от

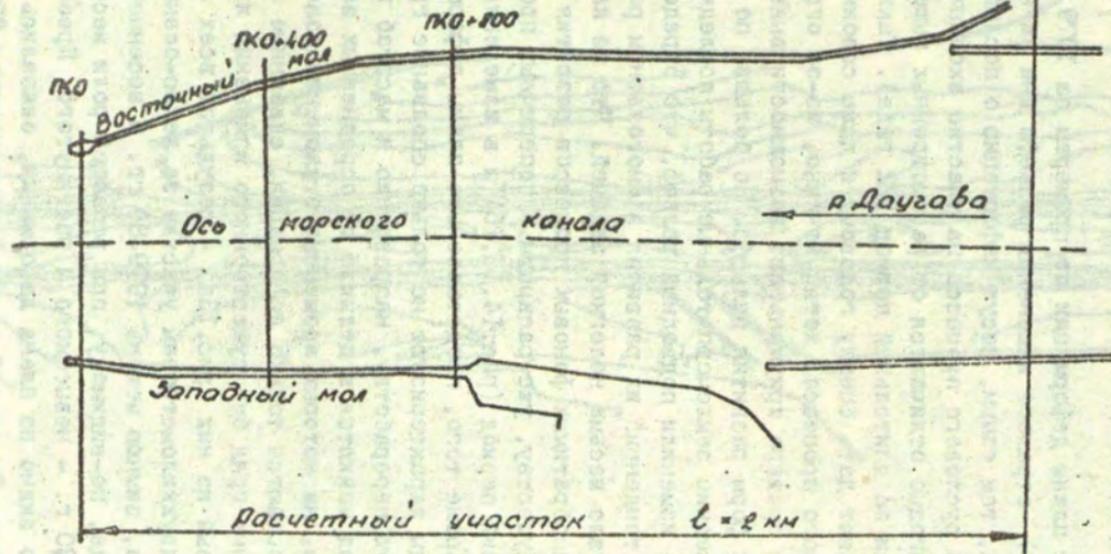


Рис. 11. Схема расчетного участка.

9,0 x 100 м в 1960 году до 13,5 x 100 м в 1980 году.

Из последнего плана промера (июль 1980 г.) видно, что фактическая глубина на морском канале достигает 15 м (рис. 12).

Построенные планы деформации по промерам за 1979 и 1980 гг. (рис. 13) отражают изменения рельефа дна за короткие периоды и, тем самым, несут информацию о последовательном развитии руслового процесса на участке входных млов. Этим они выгодно отличаются от рассмотренных выше планов деформации за длительный период (22 года). Такие материалы позволяют дать оценку годовому и даже сезонному характеру руслового процесса, хотя, конечно, из-за ограниченности участка промера уменьшают возможности выявления крупномасштабных форм развития рельефа. Но большие по объему и систематические землечерпательные работы последних 20 лет настолько изменили подводный рельеф, что определение этих форм и тенденций их развития в многолетнем разрезе и без того стало весьма нелегкой задачей. Что же касается характера необратимых фоновых процессов развития русла, то они, по существу, уже раскрыты в поперечных профилях за многолетний период (рис. 14, 15, 16) и в изменениях емкости русла. Кроме того, представленные планы деформации за отдельные годы характеризуют не только сползание гряд, но и их частичную переработку, направление и масштаб которой из года в год меняются в отличие от осредненных за много лет планов, на которых временные отклонения взаимно нивелируются и остаются только деформации, связанные со сползанием крупных гряд без существенного изменения их форм и размеров. Первый из них (рис. 13а) — результат всех изменений русла на двухкилометровом участке за летне-осеннюю межень 1979 года, зимнюю межень 1979-80 гг. и весеннее половодье 1980 года, по-видимому, при решающей роли весеннего половодья 1980 г. — невысокого и растянутого. Преобладающими, как это видно из плана деформации, оказались аккумулятивные формы. В верхней части протяженностью 800-900 м имеется мощная, но сравнительно узкая аккумулятивная форма в середине реки и сплошные полосы размыва по бокам

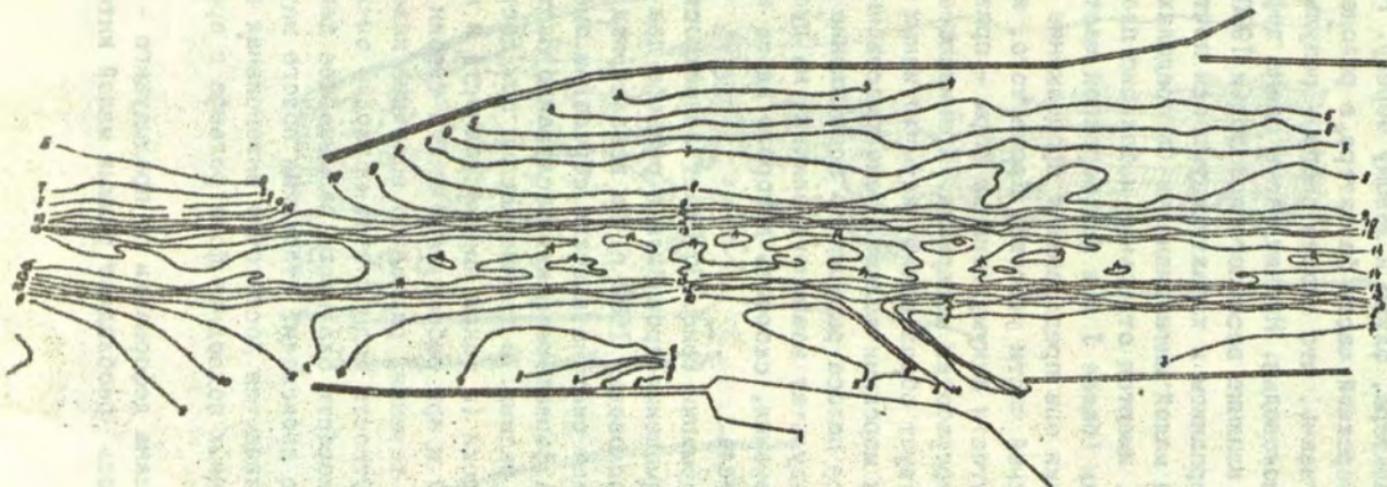


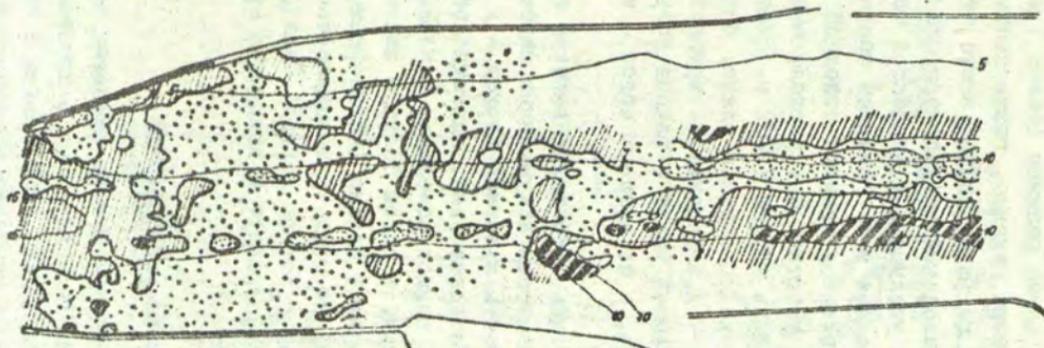
Рис. 12. План глубин р. Даугава на участке входных молов,
июль 1980 г.

от нее. При этом зона более интенсивного размыва прослеживается по контуру фарватера, ближе к левому берегу. Размыв также заметен у левобережной части фарватера в районе захода судов в Зимнюю гавань, что скорее всего - результат землечерпания после половодья. Нижняя часть плана деформации всецело отражает влияние весеннего половодья 1980 г., не искаженное землечерпанием и характеризующееся почти сплошной аккумуляцией малой интенсивности (в пределах намыва до 1 м). Правда, имеются отдельные небольшие площади повышенной аккумуляции (более 1 м в левобережной части фарватера), но генетически они представляют продолжение аккумулятивной гряды верхней части участка. Кроме того, имеются поперечные растянутости аккумулятивных форм - признак морского характера переработки материала. Приливающее в устье волнение способствует образованию аккумулятивных форм, сходных с прибрежными морскими валами. Непосредственно у голов молов отмечается полоса размыва по всей ширине реки. Это скорее всего - результат взаимного влияния на русловой процесс волнения и течения, скорость которого здесь возрастает из-за сужения русла.

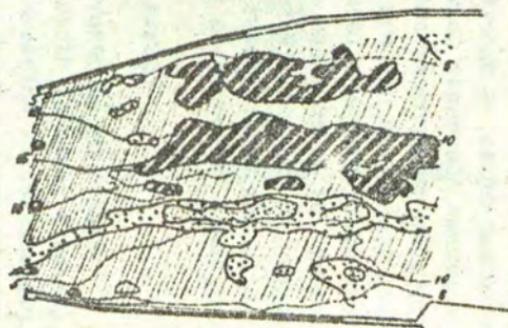
Второй план деформации (рис. 136) дает возможность проследить - какие изменения произошли в рельефе дна после окончания весеннего половодья 1980 г. за весь период летней межени под влиянием систематических сбросов и очередного землечерпания на фарватере реки. Неслучайно поэтому на плане преобладает размыв. В летние месяцы при достаточно высокой водности реки (а такая именно водность и наблюдалась летом 1980 г.) и при работе всех шести турбин ГЭС наблюдается скорость течения, равная по величине паводочной. В то же время мутность воды в этот период - очень низкая. Повышенные скорости оказывают размывающее действие, а с их уменьшением не происходит отложения нового материала. В результате наблюдается достаточно интенсивная переработка ранее образованных подводных форм рельефа с преобладанием размыва.

Отличие этого плана деформации от предыдущего - в характере процесса: здесь преобладает размыв малой интенсив-

а) Приток мая 1902 - июль 1902.



б) Приток мая 1902 - октябрь 1902.



Условные обозначения:

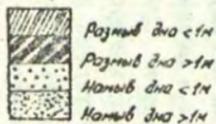


Рис. 13. План деформации нижней части устьевое участка русла
р. Даугава.

ности. Одна достаточно крупная форма размыва (более I м) - в средней части по линии фарватера, видимо, также связана с землечерпанием. Другая такая же форма скорее всего отражает размыв аккумулятивных образований предыдущего плана деформации и вызвана локальным увеличением скоростей течения на участке сужения русла молами в их головной части. Но наиболее интересным представляется наличие сплошной полосы аккумуляции по всей длине участка. Она расположена несколько левее фарватера по линии глубин 10-12 м. Подобная же аккумулятивная форма была и на предыдущем плане. Видимо, есть основание предположить рост и передвижение крупной аккумулятивной гряды от правобережной части в районе устья р. Хапакагравис к середине русла, а от входных молв - к левому берегу.

Таким образом, можно отметить, что более высокие половодья приводят к усилению процессов аккумуляции наносов в районе молв, а высокая водность в летний период - к активизации процессов размыва. Следовательно, ежегодно оба процесса чередуются: сначала в период половодья откладывается приносимый потоком материал, а затем большую часть года происходит его размыв. Годовой баланс (намыв-размыв) зависит от конкретного соотношения между интенсивностью весеннего половодья и водностью в летний период. Складываясь за ряд лет, годовые балансы приведут к выявлению преобладающей тенденции за эти годы.

Данные модельных исследований.

Некоторые дополнительные данные о ходе русловых процессов в устьевой части Даугавы были получены в процессе гидравлических модельных исследований, выполненных в последние годы, а также во время специальных изысканий и натурных наблюдений, предшествовавших моделированию.

Одной из причин, вызвавших необходимость модельных исследований, были значительные изменения морфометрии русла Даугавы, осуществленные при строительстве Московского моста. Засыпка ряда протоков здесь привела к дальнейшей кон-

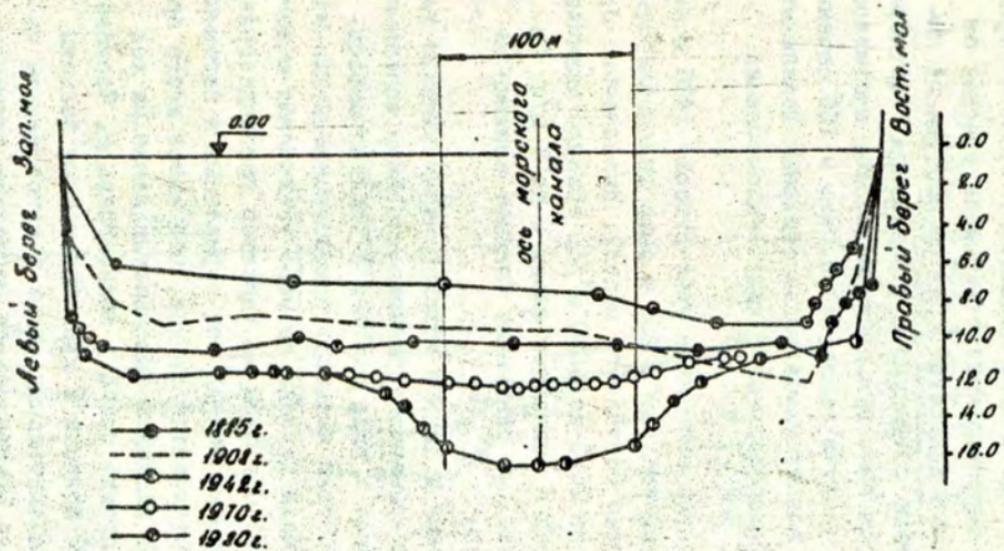


Рис. 14. Поперечный профиль расчетного участка по ПК 0.

центрации речного потока. Модель (масштабы: 1:400 - горизонтальный и 1:50 - вертикальный) охватывала участок от Андрейоста до "Красного квадрата". Для ее построения институтом ВНИИводполимер совместно с управлением "Балтморпуть" осенью 1979 года было выполнено подробное профилирование моделируемого участка русла более, чем в 100 сечениях. Было обнаружено значительное число обширных локальных углублений русла, образовавшихся в ходе землечерпания (рис. 17).

Измерения скоростей течения в трех-створах (436 м ниже гидрпоста "Красный квадрат", 250 м выше железнодорожного моста и 400 м ниже Понтонного моста), выполненные при пусках с расходом от 2650 до 3600 м³/с, выявило наличие значительных скоростей в придонных слоях - до 1 м/с. Совершенно очевидно, что они оказывают большое влияние на ход формирования русла.

Натурные измерения и данные моделирования выявили характер распределения суммарного расхода, по двум основным рукавам реки - Галвена- и Маза Даугава с Биекенгрависом. Особенности их морфометрии вызывают прирост относительной доли расхода рукава Маза Даугава по мере увеличения общего расхода реки. (Рис. 18) При этом на характер распределения расходов влияет уровенный режим: при нормальных и нагонных уровнях зависимость отличается от той, что имеет место при сгонах. Распределение расходов оказывает влияние на ход русловых процессов, прежде всего в Биекенгрависе. Поскольку работа Рижской ГЭС привела к кратковременным большим расходам, вместо продолжительных малых в естественном режиме, условия промывки Биекенгрависа несколько улучшились. Тем не менее, специальные модельные исследования показали, что скорости течения в этой протоке даже при пусках Рижской ГЭС порядка 3000-3600 м³/с недостаточны, чтобы гарантировать незарастание Биекенгрависа. Практически это означает, что для поддержания здесь надлежащего санитарного состояния потребуется принятие специальных мер.

Выборочный отбор проб донных отложений на моделируемом участке реки (в 21 точке) показал, что, в основном, то

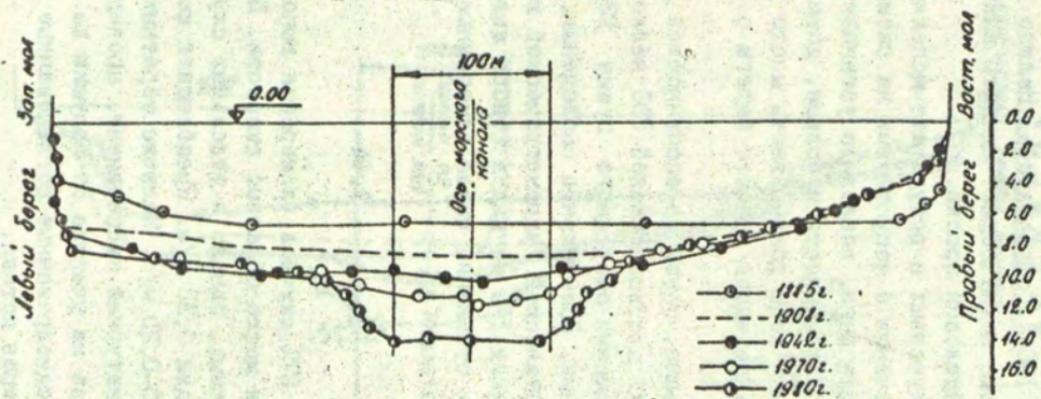


Рис. 15. Поперечный профиль расчетного участка по ПК 0 + 400

распределение грунтов, которое было указано в монографии "Гидрология устьевой области Западной Двины", изданной в 1964 г. (Рогов и др., 1964), сохранилось. Налицо лишь некоторые отличия, которые не позволяют сделать какие-либо четкие выводы о ходе русловой эрозии.

Сопоставление полученных в результате моделирования придонных скоростей течения с допустимыми на размыв для грунтов, слагающих русло реки, позволило установить, что при расходах 5%-ной обеспеченности и больше, даже при высоких (нагонных) уровнях воды должен иметь место размыв в зоне дамбы "А-Б", а также вдоль правого берега о.Закюсала (рис.6).

Как уже было сказано, одной из особенностей руслового процесса в Даугаве ниже плотины Рижской ГЭС является периодическое (после завершения очередного пуска ГЭС) возникновение обратных течений. Специальные наблюдения, проводившиеся с помощью автоматической гидрометрической вертушки, размещенной на расстоянии 1 м от дна в створе железнодорожного моста, установили отношение числа замеренных прямых скоростей (v_n) к обратным (v_o):

$$\frac{v_n}{v_o} = 3,66$$

Иными словами, в 27% случаев (измерения выполнялись каждые 30 минут) имели место обратные скорости. По величине они были меньше прямых, однако в отдельных случаях достигали и даже превышали 0,35 м/с. Преобладали же обратные скорости, порядка 0,10-0,25 м/с. Наличие обратных скоростей течения подтвердил и натурный эксперимент, проведенный 25 сентября 1980 г., когда на участке от Марушки до Андрейосты в 7 точках велись одновременные согласованные измерения гидравлических параметров потока.

Таким образом, характеризуя русловый процесс в устьевой части Даугавы, нельзя не считать, что с обратными скоростями течения.

В ходе модельных исследований был дан прогноз уровен-

Левый берег Зап. маи

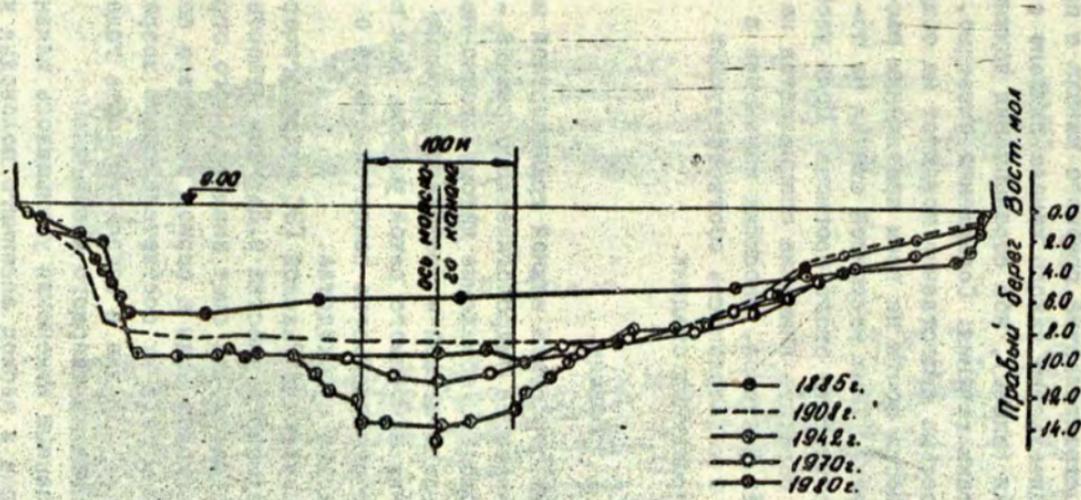


Рис. 16. Поперечный профиль расчетного участка по ПК 0 + 800

ного и скоростного режима в нижнем течении Даугавы в случае реализации намечаемого строительства гребного канала в протоке Маза Даугава. Строительство такого канала связано с перекрытием этой протоки (шлюз), ибо соревнования должны проводиться при отсутствии течения. Совершенно очевидно, что такое мероприятие весьма существенно повлияет на общий характер руслового процесса почти на всем протяжении рассматриваемого участка реки. Тема настоящей статьи не позволяет углубиться в результаты этого прогноза. Цель упоминания об этой работе - обратить внимание специалистов на необходимость учета всех факторов, вносящих изменение в ход руслового процесса и желательность соответствующих проработок еще на предпроектных стадиях.

Выводы.

1. Даугава с давних пор стала важной транспортной магистралью края. Особенности ее гидрологического режима - весенние и осенние половодья, обмеление летом, сгонно-нагонные явления, заторы льда весной - требовали огромных усилий для предотвращения наносимого рекой ущерба. Вся история гидротехнического строительства свидетельствует о борьбе за улучшение условий судоходства.

2. С вводом в эксплуатацию Рижской ГЭС гидрологический и русловый режим устьевое участка р. Даугавы существенно изменился, главным образом, за счет значительного ограничения максимальных расходов воды в период весеннего половодья в среднем до $3600 \text{ м}^3/\text{с}$ и их соответствующего возрастания до величин того же порядка в остальную часть года, что вызвало уменьшение объема твердого стока.

3. Вследствие указанных изменений уменьшилось влияние руслоформирующих факторов в период весеннего половодья и увеличилось их влияние в остальную часть года. В зарегулированном режиме сброса вод на русло процесс влияют ледовые условия, в отдельных случаях создающие ситуацию, потенциально опасную для гидротехнических сооружений.

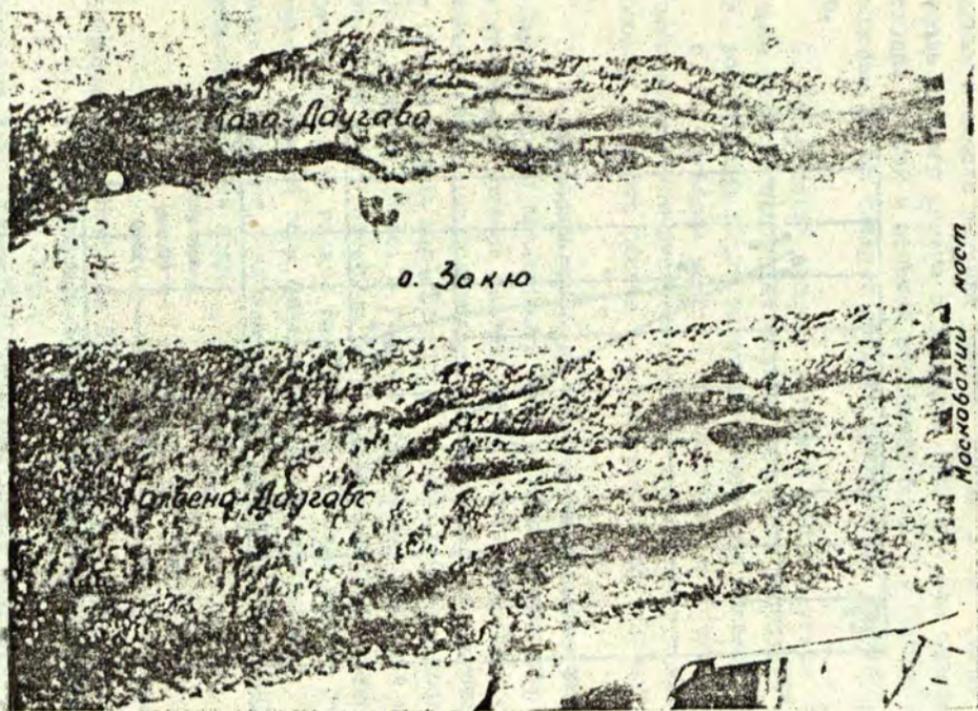


Рис. 17. Рельеф дна Даугавы выше Московского моста (модель)

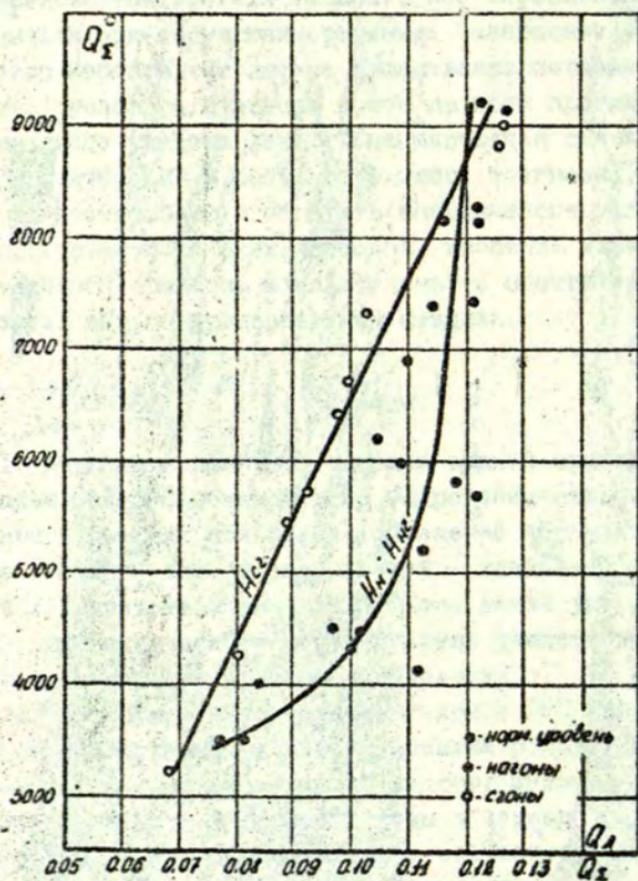


Рис. 18. Зависимость доли расхода рукава Маза Даугава ($Q_{\text{Л}}$) от суммарного расхода реки (Q_{Σ}) при нормальных уровнях ($H_{\text{н}}$), сгонах ($H_{\text{сг}}$) и нагонах ($H_{\text{нг}}$).

4. Модельные гидравлические исследования выявили два опасных в смысле размыва участка русла: в зоне дамбы "А-В" и вдоль правого берега о.Закюсала (рис.6). При паводочных расходах 5%-ной и меньшей обеспеченности ($> 6930 \text{ м}^3/\text{с}$) в указанных зонах следует ожидать интенсивную русловую эрозию.

5. На русловый процесс устьевой части Даугавы определенное влияние оказывает наличие обратных скоростей течения, возникающих после завершения попусков Рижской ГЭС.

6. На устьевом участке господствуют ленточно-грядовый и побочневый типы руслового процесса, частично искаженные влиянием морского режима и искусственным изменением рельефа.

7. Современный русловый процесс на устьевом участке р.Даугавы можно представить пока в общих чертах как аккумулятивно-эрозионную деятельность, формирующуюся естественными (весеннее половодье, влияние моря) и искусственными (режим сброса вод) факторами и наиболее ярко проявляемую в годовом цикле. В течение весеннего половодья принесенный со всего бассейна реки материал откладывается, а в остальную часть года - размывается. В зависимости от конкретных условий года преобладает намыв или размыв. Складываясь за ряд лет, годовые балансы выявляют преобладающую тенденцию за эти годы.

Литература.

- Булгаков Б.А., Николаев В.В., Соколов Д.А. Восстановление и реконструкция рижских городских набережных. - Рига, 1952, - 110 с.
- Гринберг Э.Ф., Ульст В.Г. Основные этапы развития устьевой области р.Даугава в позднее и послеледниковое время. - В кн.: Геология долины реки Даугава. Рига, 1959,
- Житков С.М. Исторический обзор устройства и содержания водных путей и портов в России за столетний период 1798-1898 гг. - СПб., тип.Мин-ва путей сообщения,

1960.-264 с.

Московкина Э.Г. Паводки на реке Даугава.-Рига, 1960.-154 с.

Нагель А.Б. Рижский порт.-Рига, 1895.-36 с.

Пабст А. Рижский порт.-Рига, 1908.-70 с.

Попов И.В. Загадки речного русла.-Л., 1977.-167 с.

Пятницкий П.П. К исследованию дельты Западной Двины и Бальдер-Аа. - Харьков, 1886.-89 с.

Рогов М.М., Ромашин В.В., Штейнбах Б.В. Гидрология устьевой области Западной Двины.-М., 1964.-349 с.

Сколис Я.Я., Жихарев Н.А., Хмелев Н.С. Рижский морской порт.-Рига, 1974.-158 с.

Торговые порты России и Европы. - СПб., 1908, с.59-63.

Ульст В.Г. Морфология и история развития области морской аккумуляции в вершине Рижского залива.-Рига, 1957.-170 с.

ЦГИА ЛатвССР, фонд 108, опись I, арх.№ 212. с.1.

ЦГИА ЛатвССР, фонд 6828, опись 2.

Штейнбах Б.В. Течения в прибрежной зоне Рижского взморья: Диссертация на соискание уч.ст.канд.геогр.наук. -Рига, 1970.-190 с.

Эберхард Г.Я. Строение и развитие долин бассейна реки Даугава.-Рига, 1972.-131 с.

Pastors A.A. Daugavas izmantošana un regulēšana.-Dabas un vēstures kalendārs 1978.gadam. Rīga, 1977, 140-142.lpp.

Б.М.САЛТУПЕ
ВНИИМОРГЕО

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ, СТРОЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПРОЛЮВИЯ
КРУПНОГО КОНУСА ВЫНОСА В ДРЕВНЕЙ ДОЛИНЕ РЕКИ ГАУЯ У
г.СИГУЛДА

Крупные пролювиальные конусы выноса, как известно, широко развиты в предгорных равнинах аридных областей в Средней Азии и Южном Казахстане, где они лучше всего изучены (К.Курдюков, В.Елисеев и др.). Наиболее полно основные закономерности строения пролювиальных отложений изложены в монографии Е.В.Шанцера (1966), "Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований" и в методических разработках А.И.Спиридонова (1970).

В строении крупного конуса выноса выделяются: 1) вершинная зона, сложенная русловыми (потоковыми) отложениями; 2) средняя зона накопления "верной фации", приуроченная к периферийной части конуса выноса и 3) фронтальная зона размывов и накопления осадков "застойной фации" (рис.1). Отмечается, что в различных областях пролювиальные образования значительно меньше по своим размерам, как и отличаются преимущественно супесчано-глинистым составом материала весьма сходным с материалом, формирующим пролювиальные отложения.

В пределах области последнего материкового оледенения пролювиальные отложения и созданные ими формы рельефа до сих пор почти не изучались. Они, в основном, приурочены к крупным, глубоко врезанным речным долинам, однако встречаются также в районах развития плосковершинных холмов с покровом лимногляциальных отложений (звонцов), склоны которых часто расчленены оврагами.

Глубокая (до 80 м) древняя долина р.Гауя на участке между гг.Цесис и Сигулда выделяется особо высокой степенью расчлененности ее крутых склонов и придолинной полосы шириной 1-3 км, сложными системами оврагов (Аболтинш, 1965, 1971; Рамапа, 1975). Длина отдельных крупных оврагов достигает 2-5 км. Кроме молодых формирующихся оврагов развиты и

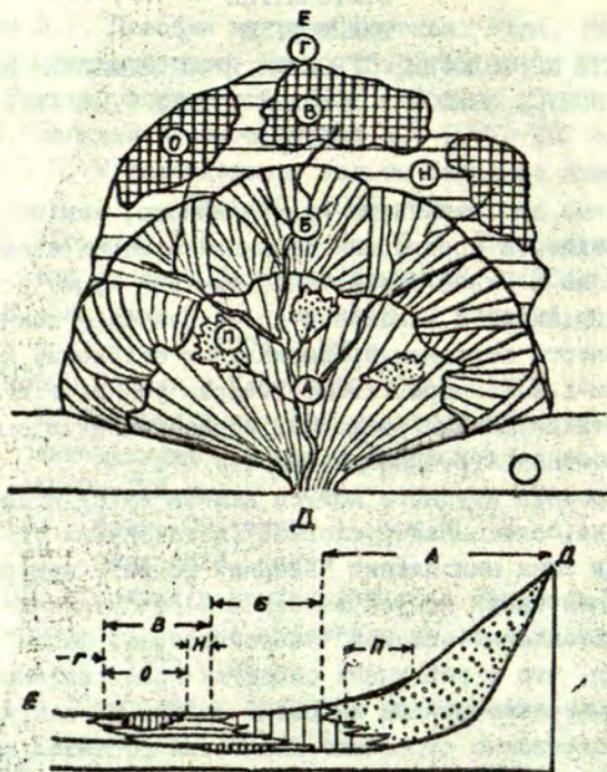


Рис. 1 Схема строения крупного конуса выноса (Е.Шанцер, 1966)

А - вершинная зона, сложенная русловыми („лотаковыми“) отложениями, П - покровные пески и супеси частных вееров выноса в пределах вершинной зоны, Б - средняя зона накопления „веерной фации“ на периферии морфологически выраженного конуса выноса, В - фронтальная зона разливов и накопления осадков „застойноводной фации“ [О - осадки озерного типа, Н - наземные (болотные) осадки], Г - непролювиальные отложения.

плоскодонные балки. У выходов оврагов в долину р. Гауя на поверхности террас и поймы часто развиты конусы выноса. Мощные конусы выноса, преимущественно связанные с наиболее крупными оврагами, но нередко развиты и у сравнительно коротких (менее 1 км), но глубоких оврагов, верховья которых не выходят на придолинную равнину. Формирование большинства конусов выноса еще продолжается. Распределение оврагов неравномерное, местами их плотность достигает 10-12 на один километр по фронту коренного склона долины. При этом конусы выноса имеют каждый третий-четвертый овраг.

Несмотря на сравнительно широкое распространение конусов выноса из-за плохой обнаженности они до сих пор остались практически неизученными. Пролувиальные конуса выноса, приуроченные к третьей и второй надпойменной террасам р. Гауя, морфологически хорошо выражены. Судя по обнажениям мелких врезов, прорезывающих пролувиальные отложения на глубину 2-4 м, эти пролувиальные образования, формирование которых уже давно завершилось, в верхней их части сложены однообразными, слабо слоистыми алевролитисто-супесчаными, реже глинистыми отложениями. Отсутствие в них включений или линз органического материала (торфа и др.), по-видимому, объясняется условиями времени их образования, относящегося к верхнедриасовому отрезку позднеледникового, накануне которого происходило формирование III надпойменной террасы р. Гауя.

В 1979 году Г. Я. Эберхардсом, проводившим исследования интенсивности и характера размыва берегов р. Гауя, в районе г. Сигулда были обнаружены обнажения крупного конуса выноса, расположенного на 4 км ниже мостового перехода через реку в г. Сигулда, в вершине крупной излучины. Конус весьма интенсивно размывается, благодаря боковому смещению русла (рис. 2). По продольной оси, до обнажения № I длина конуса составляет 140 м. Но судя по наблюдающейся в разрезе мощности пролувиальных отложений и уклону поверхности, первоначальная длина этого пролувиального образования составляла не менее 220-230 м. Весьма интенсивный размыв его, обус-

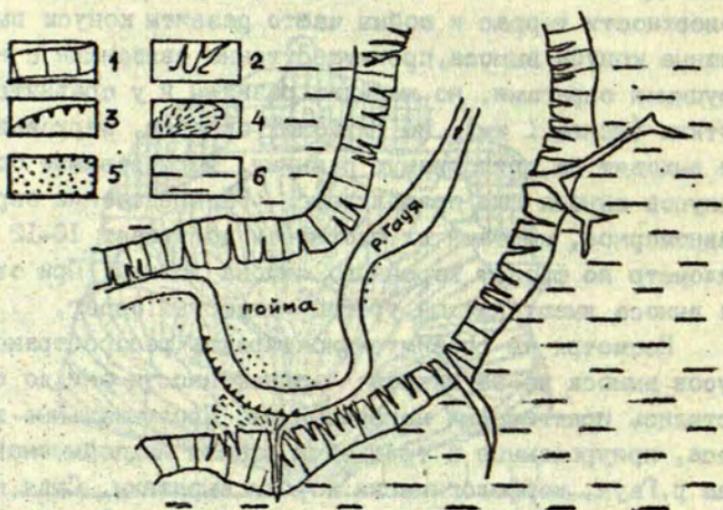


Рис. 2. Геоморфологическая схема долины р. Гауя в районе изученного конуса выноса.

- 1- коренный склон долины, 2- сораги, 3- интенсивно размываемый рекой берег, 4- изученный конус выноса, 5- песчаная приустьевая отмель, 6- моренная равнина

ловленный проявляющимся здесь боковым смещением русла р. Гауя, продолжается и в настоящее время. Вершина конуса располагается на II-III м выше его дистальной части. Средние уклоны поверхности изменяются мало. В дистальной части конуса выделяется незначительный по высоте перелом продольного профиля поверхности конуса, который, по-видимому, фиксирует границу между отдельными зонами пролювиального осадконакопления. По средним уклонам поверхности ($7-9^{\circ}$) рассматриваемый конус выноса может быть отнесен к относительно пологим. Большинство развитых в долине р. Гауя малых и средних конусов выноса (длина по осевой линии до 80-100 м) имеют более крутые уклоны их поверхности ($10-18^{\circ}$).

Поверхность конуса ровная, слабо выпукло-вогнутая. Русло ручья, ранее питающего конус, ныне располагается по его периферии. Оно врезано на глубину 2-2,5 м в пролювиальные отложения.

Вниз по долине р. Гауя поверхность конуса выноса постепенно сливается с поверхностью высокой поймы. Конус создан периодически действующими водными потоками сравнительно неглубокого оврага, врезанного лишь в высокий коренной склон долины р. Гауя, и вершина его не выходит на прилегающую к долине моренную равнину.

Изученный поперечный разрез конуса вскрывает сложную построенную толщу пролювиальных отложений (рис. 3). Максимальная мощность последних наблюдается в осевой части конуса, где под пролювиальными отложениями залегают старичные сапропели. Следовательно, в начальном этапе образования конуса выносимый временно действующим водотоком материал разрушения склона в результате развития оврага выносится прямо в старицу р. Гауя. Толща пролювиальных отложений состоит из слоев и прослоев песка, разделенных слоями и линзами травяно-древесного торфа, серых заиленных глин и супесей с обломками древесины. Мощность последних непостоянная и изменяется от 0,1-0,5 м до 1,5 м.

Более полно особенности строения пролювиальных отложений центральной части конуса отражает приведенное описание их разреза (№ I).

Сверху вниз вскрываются следующие слои:

- 0,00-0,58 м (0,58) Песок мелкозернистый, слабо глинистый, серовато-коричневый, в верхней части гумусированный.
- 0,58-1,70 м (1,12) Песок пылеватый, светло-серовато-желтый, горизонтально и субгоризонтально слоистый. (мощность слоев песка 0,15-0,20 м) с прослоями и линзами (0,05-0,07 м) темно-серой заиленной пылеватой супеси и алевролита (ритмично слоистые отложения).
- 1,70-1,85 м (0,15) Чередование прослоев и линз серо-желтого среднезернистого песка (0,01-0,05 м) и темно-серого среднеразложившегося торфа. В нижней части слоя тонкие прослойки мелкого песка и обломки древесины.
- 1,97-2,17 м (0,10) Песок мелкозернистый, светло-серый с тонкими прослоями и линзами глинистого, пылеватого заиленного органическим материалом песка.
- 2,17-2,29 м Торф темно-серый с небольшой примесью песка и мелкими прослоями древесины.
- 2,29-2,34 м (0,05) Песок пылеватый, заиленный, серый. Слоистость горизонтально-линзовидная.
- 2,34-2,52 м (0,08) Глина пылеватая, заиленная, серая с ржаватыми пятнами. Контакт с нижележащим слоем резкий, прямой.
- 2,52 - 2,59 м (0,07) Песок тонкозернистый, светло-серый, скрытослоистый.
- 2,59-3,84 м (1,25) Песок мелкозернистый, светло-серый, горизонтально-линзовидно-слоистый, с прослойками и линзами (0,005-0,05 м) заиленных алевролитов.
- 3,84-4,07 м (0,23) Торф серовато-коричневый травяно-древесный, с обломками древесины, в нижней части слоя глинистый. Древесина на определение абсо-

- лютного возраста взята из нижней части слоя (ТА-1335).
- 4,07-4,71 м
(0,64) Песок мелкозернистый, светло-серый с тонкими (0,02-0,05 м) частыми линзами серого, заиленного алеврита. В нижней части слоя линзы алеврита более частые.
- 4,71-4,79 м
(0,08) Алеврит коричневатого-серый, заиленный с тонкими линзами неразложившихся мхов.
- 4,79-5,19 м
(0,40) Песок мелкозернистый, в нижней части постепенно переходит в среднезернистый, желтый, с тонкими прослойками и линзами серого и коричневого алеврита. Падения слоев и линз алеврита по направлению течения реки Гауя 2-7°.
- 5,19-5,81 м
(0,62) Песок пылеватый, коричневатого-серый, заиленный с тонкими (0,001-0,01 м) прослойками и линзами желтого, мелкозернистого песка. Уклон слоев по направлению течения реки Гауя 5-10°. Отдельные обломки древесины.
- 5,81-6,26 м
(0,45) Сапропель, желтоватого-серый, тонкослойный, в нижней части слоя редкие раковины моллюсков. В нижней части слоя отдельные стволы деревьев диаметром до 25-30 см, из одного из них взята проба на определение абсолютного возраста (ТА-1334).
- 6,26-6,36 м и глубже. Чередование тонких слоев сапропеля и макроостатков растений (мхов, листьев, веток и др.). Отдельные раковины моллюсков. Уровень р. Гауя.

Таким образом, толща пролювиальных отложений представляет собой тонкозернистые ритмично-слоистые песчано-алева-ристые осадки, которые по условиям их накопления могут быть отнесены к "верной фации" по В.И.Елисееву и Е.В.Шандеру.

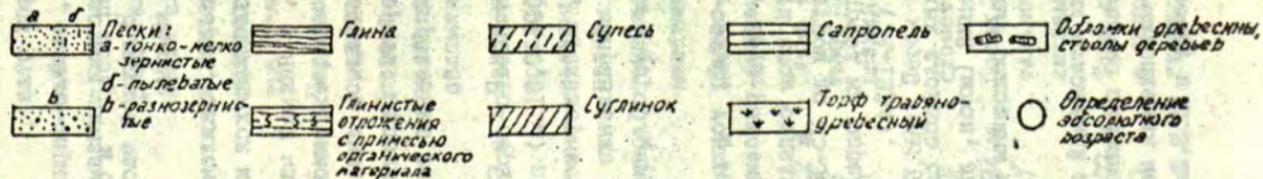
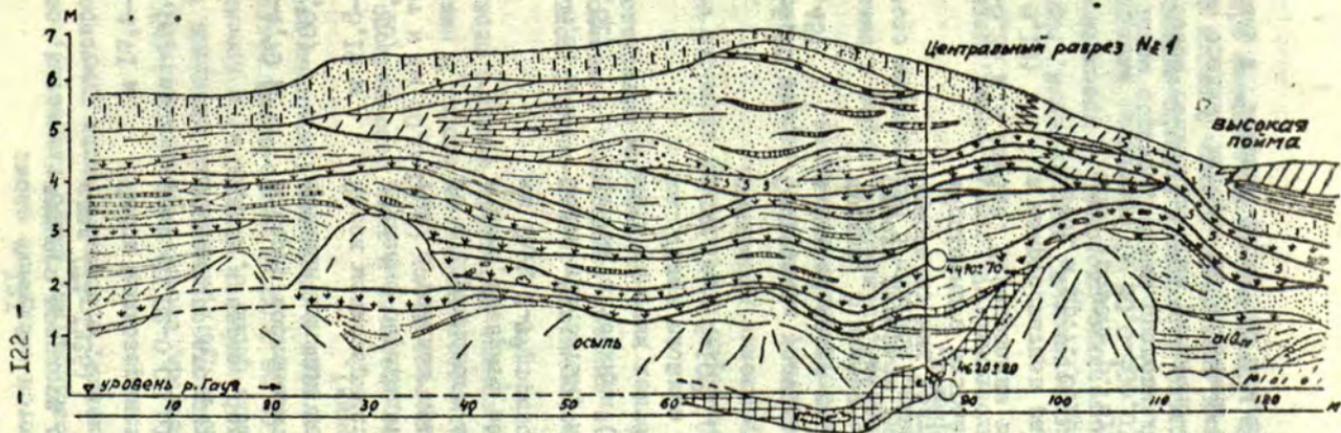


РИС. 3 РАЗРЕЗ КОНУСА ВЫНОСА ОВРАГА 4 КМ ЗАПАДНЕЕ г. СИГУЛДА.

Накопление этих отложений, по-видимому, происходило у внешней границы вершинной зоны, где уже большинство или даже все русла, на которые распадался поток, иссякают, и здесь располагается сплошной пояс частных вееров выноса, мигрирующих во времени с места на место. В пересекающих эти веера отдельных русловых ложбинах происходило накопление песчаных осадков, а на участках, располагающихся между ними, которые во время паводков покрывались более или менее сплошной маломощной пленкой воды, в основном, имело место накопление более тонких взвешенных наносов. Наличие в разрезе сравнительно мощных (0,5-1,0 м) слоев заиленных глин и супесей, прослеживаемых на несколько десятков метров, однако позволяет полагать, что накопление их происходило на самой периферии формирующегося конуса, где периодически возникают разливы полых вод, образующие мелководные временные водоемы и, вследствие накопления поверхностных и грунтовых вод происходит заболачивание. Следовательно, эти обложения можно рассматривать как формировавшиеся в фронтальной зоне размывов и относить к осадкам "застойно-новодной фации".

Чередование по разрезу отложений, отмеченных выше двух различных зон осадконакопления, по всей вероятности, свидетельствует о неоднократном смещении зон осадконакопления, вызванном перемещением русел потоков. Наличие в пролювиальных отложениях нескольких слоев торфа, прослеживающихся по всему разрезу и располагающихся на различных уровнях, указывает на ослабление в отдельные периоды накопления пролювиальных отложений, а следовательно, и интенсивности оврагообразования.

Судя по естественным обнажениям на крутых склонах русла, врезанного до глубины 2,5 м в самой верхней части конуса, залегает слой вскрыто-слоистых серо-коричневых супесей и глинистых песков. Лишь на глубине 2,5 м под супесями залегают светло-серые алевритистые пески, содержащие включения и тонкие линзы древесного угля. Отсутствие здесь более грубозернистых отложений объясняется ростом конуса выноса не только в дистальном, но и в проксимальном направ-

лениях, в связи с чем более грубозернистые отложения вершинной зоны конуса могут быть погребены под более молодыми осадками, сформировавшимися в условиях меньшей обводненности конуса, когда основной водный поток уже отклонился от осевой части конуса.

Для определения времени начала формирования конуса выноса было взято два образца древесины для радиоуглеродного датирования: первый из средней части сапропелей, а второй — из нижней части нижнего слоя торфа (рис. 3). Определение радиоуглеродного возраста было выполнено Лабораторией абсолютного возраста Института зоологии и ботаники АН ЭССР. Результаты определения показывают, что накопление верхней части старичных озерных отложений на высокой пойме р. Гауя относится к началу суббореального времени (4620 \pm 60 лет, ТА-1334). Датировка древесины из нижней части слоя торфа дала возраст 4470 \pm 70 лет (ТА-1335). Из этого следует, что нижняя часть пролювиальных отложений мощностью в 1,7 м накопилась за весьма короткий отрезок времени — 150 лет. Однако учитывая, что изучаемый разрез (обнажение № I) находится в 140–150 метрах от вершины конуса выноса (устья оврага), можно полагать, что процесс начального осадконакопления протекал весьма интенсивно.

Литература.

- Аболтинь О.П. К вопросу о морфологии долины реки Гауя. — Ученые записки аспирантов Латвийского гос. ун-та, 1965, т.3, № 2, с.27–35.
- Аболтиньш О.П. Развитие долины реки Гауя.— Рига, 1971. — 105 с.
- Елисеев В.И. Пролувиальный предгорной аридной зоны. — В кн.: Генезис и литология континентальных отложений. М., 1965.
- Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картирования.— М., 1970, — 456 с.

Шанцер Е.В. Очерки учения о генетических типах континентальных осадочных образований. - Труды геологического института, 1966, вып. 161. - 239 с.

Ramans K. Viduslatvija. - Grām.: Latvijas PSR Ģeogrāfija. Rīga, 1975, 164-200.lpp.

А. П. ИНДАНС

Рижский политехнический институт
ОБ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАЩИТЕ ПАМЯТНИКОВ ПРИРОДЫ (НА ПРИМЕРЕ
ВИДЗЕМСКОГО БЕРЕГА РИЖСКОГО ЗАЛИВА)

В списке охраняемых памятников природы включен ряд геологических и геоморфологических объектов, представляющих собой особое естественно-историческое и научно-познавательное значение. Основная работа по выявлению и по паспортизации подобных объектов на территории Латвийской ССР уже закончена и их защита обеспечена законодательством республики.

Однако считать вопрос о сохранности охраняемых геологических объектов в Латвии уже полностью решенным нельзя. Имеется основание считать, что актуальным становится вопрос о необходимости применения для защиты ряда из них специальных инженерных мероприятий. Дело в том, что многие геологические памятники природы представляют собой выходы на поверхность малоустойчивых к денудации осадочных пород и легко подвергаются воздействию не только антропогенных факторов, но также экзогенных геологических процессов, что с большей или меньшей скоростью ведет к их уничтожению. В подобных случаях применение для их защиты пассивных мероприятий, как, например, запрет земляных работ или даже ограничение доступа к этим объектам, недостаточно, для сохранения таких разрушающихся объектов требуется активное и заблаговременное инженерное вмешательство.

Одним из таких охраняемых объектов природы, по отно-

шению к которому запаздывание с применением технических мероприятий защиты может привести к его разрушению, является абразионная часть восточного берега Рижского залива, которая известна под названием "Видземское каменистое взморье" и жонная часть которой взята под охрану государством (комплексный заказник). При знакомстве с этим объектом отчетливо выявляется необходимость применения инженерных мероприятий для его защиты.

На рассматриваемом охраняемом объекте природы в пятикилометровой полосе, которая начинается примерно в 4 км севернее пос. Туя, прослеживается крутой, испещренный суффозионным размывом абразионный береговой уступ высотой до 5,5 м, сложенный песчаниками, алевролитами и глинами среднедевонского возраста. Морфоскульптуры этого участка берега являются уникальными образованиями, не имеющими себе подобных по крайней мере на западе СССР, в которых проявляются и может быть непосредственно прослежено протекание взаимодействующих процессов современной морской абразии и суффозии в слагающих берег песчаниковых отложениях. Другой достопримечательностью этого объекта является широкое развитие крупных скоплений валунов, образующих местами сплошные валунные поля на узком, обычно не шире 15-25 м, пляже, на подводной абразионной отмели и на прилегающей к уступу с востока равнине бывшего дна Балтийского ледникового озера. Таким образом, вопрос о состоянии и сохранности этого участка берега Рижского залива, являющегося одним из уникальнейших и ценнейших геологических памятников на территории Латвийской ССР, который ежегодно посещается сотнями туристов и издавна служит объектом учебной работы при изучении студентами вузов Латвии геологических дисциплин, заслуживает самого серьезного внимания.

Однако его будущее вызывает тревогу ввиду усиливающихся в последние годы процессов разрушения берега на этом участке, что подтверждается материалами изучения нами геологического строения берега и развития здесь современных геологических процессов. Как показывают наши наблюдения и свидетельства местных жителей, в течение последних 9-10

лет в силу различных причин берег размывается морем особенно интенсивно. В результате он отступил в сторону суши местами более, чем на 10-12 м. Это свидетельствует о том, что те же процессы суффозии и морской абразии, с которыми было связано формирование данного уникального объекта, в дальнейшем могут привести к его уничтожению.

Коренные породы, образующие здесь подчетвертичный субстрат, представлены песчаниками, алевролитами и глинами буртнискской свиты живетского яруса ($D_2 b_7$). Залегая практически горизонтально, они развиты по всей территории участка.

Песчаники кварцевые, белые, желтоватые и красноватые, обычно мелкозернистые, местами содержат прослои и линзы алевролитов и глин. Текстура песчаников параллельно-слоистая, нередко когослоистая, встречаются также песчаники с однородной текстурой. Иногда наблюдается увеличение содержания мусковита, на контактах отдельных слоев также ожелезнение породы минералами типа гидроокислов в виде полос, желваков, реже мелких бобовин. Породы слабо цементированы карбонатным или глинистым цементом, некрепкие с переходами на плотный песок, сильно трещиноватые, в которых по трещинам и по контактам с глинистыми и алевролитовыми прослоями развиваются скульптурные суффозионные формы в виде пещер, ниш, нор. Песчаники развиты только в средней части абразионного уступа, где он имеет очень крутую и обрывистую, отвесную форму. На северном и южном концах уступов песчаники полностью замещаются глинами, и форма уступа выглаживается.

Алевролиты чаще всего имеют голубовато-серую или фиолетоватую окраску, реже они светло-зеленые. Часто в них наблюдаются отдельные прослойки, обогащенные мусковитом. Породы слабо цементированы глиной, очень часто они переходят в плотный алевролит. Текстура чаще всего однородная, нередко также тонкослоистая.

Глины буртнискской свиты на территории рассматриваемого объекта обычно коричнево-красные, иногда также голубые, фиолетовые, консистенция в естественно-влажном состоянии тугопластичная. Текстура комковатая, иногда наблюда-

ется неясная слоистость. Местами глины переслаиваются с алевритами. В естественных обнажениях глины выходят на поверхность только в северном и в южном концах участка. Однако местами они вскрыты в мелиоративных канавах также на территории, прилегающей к побережью с востока, причем максимальные расстояния между точками вскрытия глин и береговым уступом составляют примерно от 200 м до 300 м. В средней, песчаниковой части уступа глины местами заполняют углубления в размытой поверхности песчаниковой толщи.

Выходы глин на оконечностях абразионного обрыва и на востоке описываемой территории, так же как и сильная заболоченность прилегающей с востока местности дают основание предполагать, что площадь субчетвертичного распространения песчаников, наличием которых здесь обусловлено формирование абразионного уступа, невелика. Эти песчаники занимают вдоль берега только относительно узкую полосу, шириной вероятно не более 200-300 м, располагающуюся в виде острова внутри обширного поля распространения под четвертичным покровом среднедевонских глин.

Наиболее древними четвертичными отложениями в данном районе являются остатки сильно перемытой балтийской (валдайской) морены, практически лишенные глинистых составляющих и представленные валунами магматических и метаморфических пород с галькой, гравием и крупным песком. Мощность этого слоя обычно не превышает 0,5 м, но местами валуны образуют крупные скопления большей мощности. Морена перекрыта мелкозернистыми песками Балтийского ледникового озера, которые почти по всему участку выходят на поверхность и только у современного берега Рижского залива местами засыпаны донными песками. Притом характерно, что доны, формировавшиеся предположительно на древнем берегу Литоринового моря (береговая линия которого, вероятно, проходила несколько западнее современного берега залива), местами уже почти полностью разрушены и смыты в процессе абразии вместе с подстилающими отложениями. Местами от этих дон сохранились только фрагменты их восточных склонов.

Наиболее молодыми отложениями в данном районе являют-

ся накопления современного узкого пляжа, ширина которого зачастую не превышает 10-15 м. Они представляют собой очень неоднородный, в значительной мере смешанный обломочный материал - валуны размерами до 1,5 м в поперечнике, гальку, гравий и пляжевый песок. Характерно повсеместное распространение валунов, образующих валунные поля, местами полностью или частично засыпанные песком, или валы, ориентированные примерно параллельно береговой линии. Образование последних связано с выталкиванием валунов льдами с подводной абразионной отмели на пляж во время зимних и осенних штормов.

Основным фактором переработки современного берега является его абразионный размыв, скорость которого, в свою очередь, сильно зависит от интенсивности процессов суффозии в песчанниках рассматриваемого уступа, приводящей к снижению их прочности. Особенно интенсивно абразия песчаникового обрыва происходит во время нагона воды в залив при западных наплавлениях ветров. В то же время скопления валунов на пляже и на бенче гасит волнение и уменьшает силу удара волн и льдов при их надвигке на берег. Там, где скопления валунов на пляже и на подводной отмели берега крупнее, отмечается расширение пляжевой зоны, замедление разрушения уступа и даже местами наблюдается аккумуляция морских наносов.

Процессы суффозии в полосе абразионного уступа связаны, в основном, с фильтрацией через песчанники талых весенних вод, которые проникают в них через легкопроницаемые четвертичные пески и перемитую морену. К тому же земная поверхность выше обрыва уступа на значительной части описываемой территории имеет слабый наклон в направлении от моря, что затрудняет поверхностный сток и способствует инфильтрации талых и атмосферных вод. В остальные сезоны года скорость движения (фильтрации) подземных вод в песчанниках, вероятно, мала и может увеличиваться до критических значений только в случаях очень интенсивных ливневых дождей.

Уже теперь, не ожидая детальных инженерно-геологических изысканий, можно высказать некоторые соображения в отношении мероприятий, направленных на защиту описанного участка берега от разрушения.

В первую очередь, должны быть приняты меры для сохранения валунных скоплений на пляже и на верхней части подводной абразионной отмели. Установлено, что там, где имеется доступ автомашин к пляжу, валуны добывают с целью использования в строительстве и для других нужд, что, по изложенным причинам, недопустимо. В местах, где такие скопления отсутствуют, рекомендуется создавать их искусственно или же выполнить волноломные сооружения.

Для снижения интенсивности суффозионных процессов необходимо упорядочить и облегчить поверхностный сток в заливах талых и дождевых вод, добиваясь тем самым уменьшения их инфильтрации в песчаники берегового уступа.

Целесообразно также ставить вопрос об искусственном увеличении механической прочности поверхности песчанниковых и алевроитовых пород уступа путем обработки ее водостойкими вяжущими веществами, для предотвращения воздействия на малопрочные породы разрушающих атмосферных агентов, т.е. физического выветривания.

Для многочисленных туристов, посещающих объект в летнее время, необходимо организовать информацию о значении этого памятника природы и о требованиях по соблюдению режима его защиты.

Наконец, режим охраны следует распространить на всю полосу абразионного песчаникового уступа, так как в научном отношении его средняя и северная части представляют не меньший интерес, чем охраняемая южная часть этого объекта.

В настоящей главе рассмотрен только один пример инженерно-геологического анализа состояния охраняемого объекта природы. Имеется основание предполагать, что в подобном анализе нуждается также ряд других охраняемых объектов республики. Приходится признать, что в настоящее время работа по охране памятников природы должна уже вступить в

новый этап, требующий организации планомерного изучения и оценки состояния охраняемых объектов с последующей разработкой и осуществлением конкретных рекомендаций по их инженерной защите от воздействия экзогенных геологических разрушающих процессов.

Я.С.ПРОБОКС

Латвийский государственный университет им. П.Стучки КОЛЕБАНИЯ УРОВНЯ ВОДЫ РИЖСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАК ФАКТОР, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ СКОРОСТЬ ПЕРЕФОРМИРОВАНИЯ БЕРЕГОВ

Изучая вопрос переформирования берегов вновь созданных водоемов, сталкиваемся с очень важным, имеющим определяющее значение фактором — колебанием уровня воды в водохранилищах. При постоянном НПУ (нормальный проектный горизонт) за некоторый период времени вырабатывается профиль динамического равновесия и процесс переформирования берегов затухает (рис. 1а), как бы прекращается, и необходимы экстремальные обстоятельства для его возобновления. Таким обстоятельством служат ежедневные изменения уровня воды при определенном режиме работы ГЭС. Понижение или повышение уровня воды в водохранилище изменяет глубину воды H на внешнем крае подводной отмели. Величина H является критерием, определяющим активность волновой энергии на основной берег. Понижая уровень воды водохранилища, как бы отодвигается точка A в глубь водоема (рис. 1б), тем самым увеличивая глубину H против НПУ, одновременно ширина подводной отмели B остается константной, для расчета которой годится любой из методов прогнозирования переформирования берегов. Но, понизив уровень воды до максимального уровня сработки, сокращаем или вообще не имеем подводной отмели B (рис. 1в), выработанной при НПУ. При таком положении под воздействием штормовых волн возобновляется процесс абразии, но уже не на основной берег, а на ранее созданную подводную отмель (F_1, F_2), начинается выработка нового профиля равновесия против НУС (нормальный уровень сработки). Однако уро-

вень воды непостоянен, он каждый момент понижается или повышается, тем самым подводная отмель все время находится в переработке. Необходимо отметить, что при переработке подводной отмели на ее поверхности сохраняется намного больше исходного материала, чем при первичной переработке основного берега (мелкие коллоидные частицы почти полностью уже удалены из материала, слагающего подводную отмель).

В конкретном случае ставится вопрос о существовании рубежа переработки берегов и об отрезке времени его достижения. При обычном методе прогнозирования (Кацугин, 1963 и др.) полученные величины весьма приближенны как по времени, так и по объему переформирования. Проведенные исследования на Рижском водохранилище у песчаных и сложно построенных берегов (т.е. берегов, которые вырабатываются в моренных суглинках из-за отложенных крупных частиц на пляже, процесс, не так ярко выражен) показали, что при сезонном и суточном понижении уровня интенсивно перерабатывается подводная отмель, а часть материала уносится вдольбереговыми течениями во время шторма. Вырабатывается новый профиль динамического равновесия, который соответствует уровню максимальной сработки. После восстановления НПУ ширина отмели уменьшена и не может гасить волновую энергию на основной береговой склон, и процесс абразии возобновляется.

Следовательно, производя прогнозирование, необходимо учитывать величину колебания уровня воды в водохранилище при суточной и сезонной сработке. На Рижском водохранилище наблюдениями (1975-1979 гг.) установлено, что разница в уровнях между НПУ и НСУ составляет 2,3 м в год, а суточное - 1,1-1,5 м, поэтому при прогнозных расчетах необходимо во всех точках между уровнями рассчитать профиль динамического равновесия.

Рубежом окончания переформирования берегов при колебании уровня является момент, когда профиль равновесия выработан в любой точке подводной отмели в интервале глубины сработки уровня воды (рис.2).

Продолжительность процесса переформирования берегов

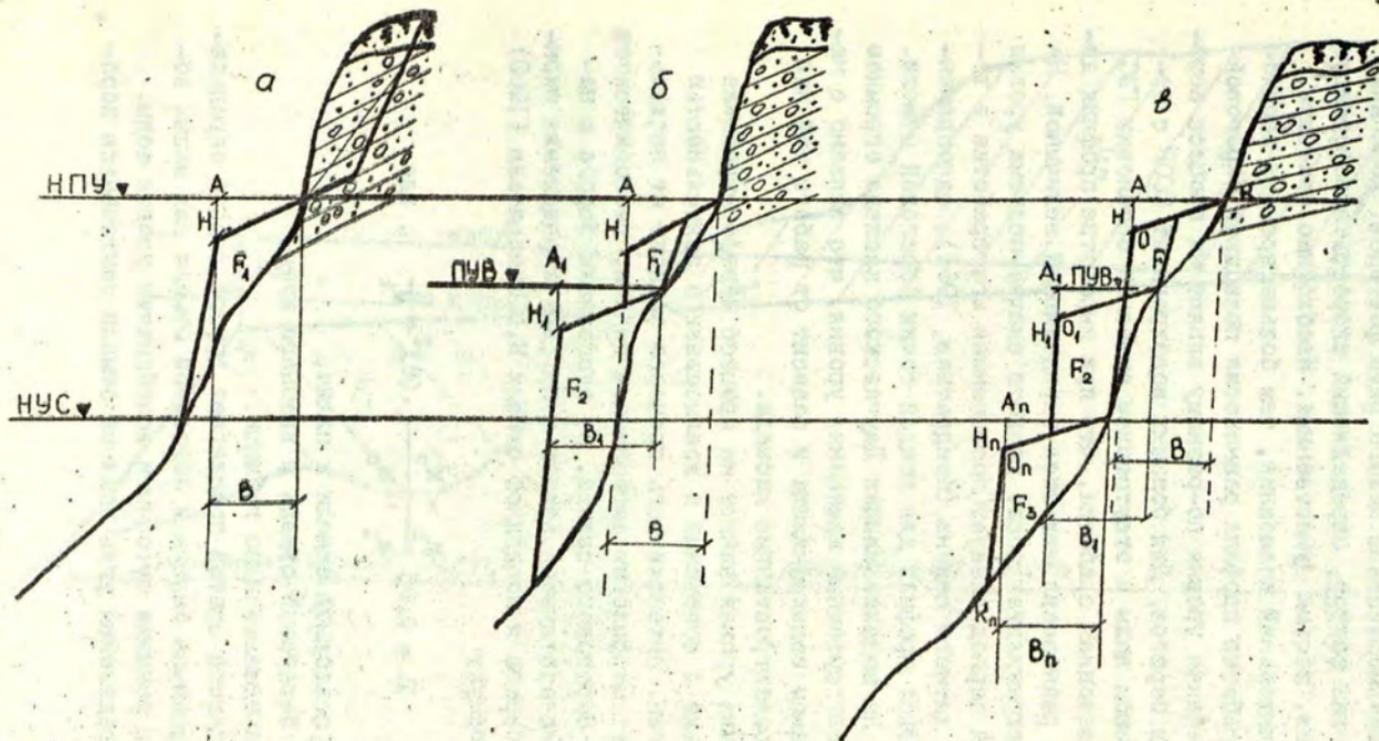


Рис.1. Примерный процесс выработки профиля динамического равновесия относительно различных уровней воды.
 Выработка профиля: *a* - при НПУ, *б* - при ПУВ (промежуточный уровень воды), *в* - при НУС (наивысший уровень сработки).

определяет взаимодействие целого ряда факторов. Колебания уровня воды как фактор, определяющий скорость переформирования берегов, весьма существенный. Необходимо отметить, что чем значительней колебания, тем больше времени необходимо для выработки профиля равновесия подводной береговой отмели. Колебания уровня по-разному влияют на процесс переформирования берегов. Для больших водохранилищ СССР с огромным притоком воды и отсутствием суточной остановки ГЭС существует сезонная сработка, что при выработке профиля динамического равновесия является определяющей величиной. На больших водохранилищах после резкого скачка-подъема уровня в паводковый период следует постепенная его сработка в течение всего летнего сезона (Кондратьев, 1961), одновременно с выработкой профиля для каждой точки береговой отмели.

Однако на водохранилищах Даугавского каскада огромное значение имеют суточные изменения уровня, что связано с небольшим объемом водохранилища и зависит от работы той или другой гидроэлектростанции каскада.

Колебания уровня влияют на процесс переформирования берегов только в сочетании и взаимосвязи с деятельностью штормовых волн. Интенсивность процесса зависит от нескольких факторов: морфологии затопленной долины, геологического строения ее берегового склона, от экспозиции берега к направлению господствующих ветров и др. Для определения ширины размыва берега и подводной отмели Н.Е.Кондратьев (1960) предложил формулу

$$B = 0,05 \frac{M_1 - M_0}{M_1 \cdot M_0} \cdot (H)^2 \cdot \frac{H}{M_1}, \text{ где}$$

M_1 - уклон подводной отмели и пляжа,

M_0 - уклон береговой отмели у внешнего края,

M_1, M_0 - определяется по таблице.

Автор данной статьи предлагает другой способ определения ширины размыва берега и подводной отмели для малых водохранилищ с резкими суточными колебаниями уровня воды.

Для определения угла наклона отмели учитывается поро-

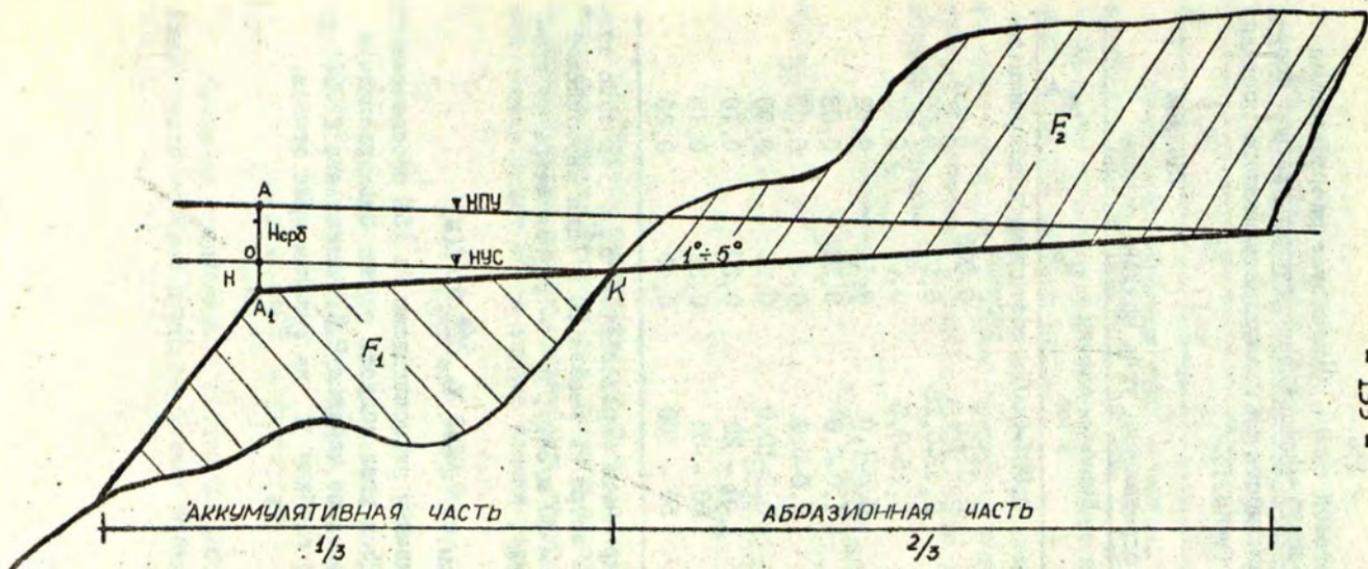


Рис. 2. Профиль динамически равновесного моренного берега к моменту окончательного переформирования.

F_1 - объем аккумулярованного на подводной отмели материала, F_2 - объем абрадированного на береговом склоне материала, H - глубина на внешнем крае отмели, $H_{срб}$ - глубина на внешнем крае отмели при уровне максимальной сработки.

ды, слагающие береговой склон. Существует разработанная Н.Е.Кондратьевым (1961) таблица определения уклонов береговой отмели в зависимости от гранулометрического состава размываемых пород (табл.1).

Таблица 1

Таблица определения угла наклона отмели

| Г р у н т | Диаметр частиц в мм | M_0 | M_1 |
|-----------------|------------------------|--------------------------------|-------|
| Ил | 0,001-0,01 | частицы в взвешенном состоянии | |
| Песок пылеватый | 0,01-0,1 | 0,005 | 0,001 |
| " мелкий | 0,01-0,25 | 0,03 | 0,005 |
| " средний | 0,25-0,5 | 0,07 | 0,01 |
| " крупный | 0,5-1,0 | 0,14 | 0,02 |
| Гравий мелкий | 1,0-2,0 | 0,19 | 0,03 |
| " средний | 2,0-5,0 | 0,21 | 0,05 |
| " крупный | 5,0-10,0 | 0,25 | 0,08 |
| Галечник мелкий | 10 - 20 | 0,30 | 0,10 |
| " средний | 20 - 50 | 0,36 | 0,15 |
| " крупный | 50 - 100 | 0,40 | 0,20 |

По формуле Андреянова определяется $h_{вол}$ (высота волны), w_{10} - скорость ветра на высоте 10 м (для Европейской части СССР принято - 30 м/сек), D - разгон ветра от противоположного берега

$$h_{вол} = 0,0208 w_{10}^{5/4} D^{1/3} (м).$$

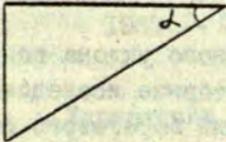
Полученную величину пересчитываем на 15% обеспеченность и коэффициент - 0,75 и угол подхода волны. Зная расчетную высоту волны - $h_{вол}$, по таблице Н.Е.Кондратьева (1961) находим необходимую глубину H на внешнем крае отмели.

Таблица определения глубины на внешнем крае отмели

| | | | | | | | | |
|-----------|------|------|-----|------|------|------|------|----------|
| $h_{вол}$ | 0,50 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | в метрах |
| H | 0,68 | 1,72 | 3,0 | 4,35 | 5,85 | 7,30 | 8,85 | |

Согласно выполненным нами расчетам, высота волны на водохранилищах Дугавского каскада не превышает 0,50 м, из-за малых размеров водной поверхности отсутствует возможность большего разгона ветра.

Учитывая глубину на внешнем крае отмели H и величину сработки $H_{срб}$, наклон подводной отмели α , простым тригонометрическим способом можно найти необходимую ширину подводной отмели



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{H + H_{срб}}{B}$$

$$B = \frac{H + H_{срб}}{\operatorname{tg} \alpha}$$

На Рижском водохранилище $H + H_{срб} = 0,68 + 2,30 = 2,98$ (м). Эта величина константна для данного водохранилища. Если береговой склон сложен суглинками, то угол наклона подводной отмели будет 5° , а ширина отмели равна

$$B = \frac{2,98}{\operatorname{tg} 5^\circ} = 34,05 \text{ (м)}$$

На песчаном берегу угол наклона подводной отмели в среднем 3° , а ширина отмели будет, соответственно,

$$B = \frac{2,98}{\operatorname{tg} 3^\circ} = 56,87 \text{ (м)}$$

Применяя предложенный способ на любом водохранилище (зная геологическое строение и состав берегового склона, а

также расчетную (или по данным наблюдений) высоту волны и величину сработки уровня воды), можно найти необходимую ширину подводной отмели для гашения волновой энергии при любом уровне воды.

Расчетные ширины подводной отмели на Рижском водохранилище могут быть достигнуты в длительный период времени, так как при расчете высоты волны учитываются постоянная скорость ветра 30 м/сек., а на территории республики наблюдается очень редко.

Средняя годовая скорость ветра составляет примерно 4 м/сек., а во время штормов порывы достигают 15-20 м/сек. Вторым обстоятельством, мешающим полностью выработать необходимую ширину подводной отмели, является экранирующий слой гальки и валунов, покрывающих отмель и пляж у берегов, сложенных моренными суглинками.

Для точного определения расчетного уклона подводной отмели необходимо произвести лабораторные исследования гранулометрического состава отложений берегового склона. При построении профиля равновесия по предложенным расчетным данным необходимо учесть:

Во-первых, если подмываемый береговой склон сложен песчаными отложениями, то на подводной отмели остается до 70% размывтого материала, а если моренными суглинками, то, соответственно, - около 40%.

Во-вторых, при определении профиля динамического равновесия необходимо учесть, что на песчаных берегах аккумулятивная часть подводной отмели примерно на половину меньше абразионной части, а у моренных берегов это отношение составит 1/3 к 2/3 (с некоторым отклонением в одну или другую сторону). Скорость выработки профиля динамического равновесия зависит от гранулометрического состава отложений, а также от первичной конфигурации берегового склона (как надводной, так и подводной части) затопленной долины.

В заключении следует заметить, что предложенный новый метод определения величины переформирования берегов в пространственном отношении проще, отпадает надобность сложных

эмпирических формул, а исходные данные могут быть получены прямым натурным измерением.

Литература

- Золотарев Г.С. Опыт и методика изучения гидрологических и инженерно-геологических условий крупных водохранилищ.-М., 1961.- 478 с.
- Иконников Л.Б. Формирование берегов водохранилища.-М., 1972.-95 с.
- Кацугин Е.Г. Вопросы теории процесса переработки берегов водохранилищ.-М., 1963.
- Кондратьев Н.Е. Расчеты береговых переформирований на водохранилищах.-М., 1960. 63 с.
- Пышкин Б.А. Вопросы динамики берегов водохранилищ.-Киев, 1960. - 332 с.

В.К.ВЕНСКА

Управление геологии при СМ ЛатвССР

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА "ГАУЯ"

Территория национального парка "Гауя" охватывает значительную часть бассейна среднего течения р.Гауя. Но центральная его часть представлена глубокими долинами рек Гауя, Вайдава, Рауна, Амата, Лигатне, Вейупе, Брасла, Лоя и др. Глубина долины р.Гауя возрастает вниз по течению от 30 м южнее гор.Валмиера до 85 м в районе гор.Сигулда. Однако, в окрестностях нас.п.Мурьяни глубина долины р.Гауя уменьшается до 20-30 м. Значительную глубину, особенно в нижних течениях, имеют также долины всех притоков р.Гауя. Почти все долины глубоко врезаны в четвертичные и дочетвертичные породы. Большой частью их склоны перекрыты делювиальными отложениями мощностью от одного см до 2 м. Благодаря небольшой мощности четвертичных отложений (в среднем 2-5 м), дочетвертичные породы очень часто обнажаются на крутых склонах речных долин. Общеизвестны обнажения Сиетиньезис, Ли-чу-Лангя клинтис, Лиепас иезис, Казу иезис, Рамату клинтис,

Эрглю клинтис, Кюкю иезис, Звартас иезис, Эрглю крауя, Гуду клинтис, Лаунага иезис, Саутас калнс, Рагану калнс, Велналас клинтис (вблизи гор.Сигулда) и др. Много своеобразных по красоте безымянных обнажений песчаников отмечено на склонах долин рек Вайдава, Рауна, Вайве, Амата, Лигатне, Дауда, Свикупе, Брасла, Мелнупе, Лоя и др. Участки, примыкающие к бровкам долин вышеуказанных рек и представленные преимущественно равнинами различного генезиса, изрезаны густой сетью глубоких оврагов. Особенно характерным в этом отношении является участок долины р.Гауя между устьем р. Лигатне и г.Сигулда.

Глубокие долины рек и приуроченные к ним овраги вскрывают и дренируют швантойский водоносный горизонт, поэтому на склонах долин и оврагов отмечается большое количество нисходящих родников, прослеживаются многочисленные пластовые выходы подземных вод. Как уже указано, отложения, слагающие склоны речных долин и крупных оврагов, представлены четвертичными и дочетвертичными породами. Это моренные супеси (реже суглинки) и пески лимно- и флювиогляциального происхождения и подстилающие их слабо-, средне- и крепкоцементированные, трещиноватые песчаники и глины аматской и гауйской свит. Кроме того, в отдельных местах в строении верхних частей склонов долин принимают участие и доломиты плавиньской свиты. Указанные породы практически повсеместно, за исключением обнаженных частей склонов, перекрыты делювиальными образованиями. В течение продолжительного периода времени эти породы подвергались воздействию различных современных геологических процессов, возникновению которых, главным образом, способствовал глубокий врез речных долин и связанное с ним низкое положение базиса эрозии. Благодаря деятельности потоков поверхностных вод образовалась сложная овражная сеть. С воздействием фильтрующих потоков подземных вод связаны суффозионные процессы. Основным результатом деятельности этих процессов явилось образование пещер, нередко достигающих значительной протяженности. В настоящее время наиболее известными являются пещеры Гутманя, Лиела и Маза Велна, Винтера, Калей, Паткула

и Л.Эллите. Кроме того, ряд безымянных пещер отмечен на обнажениях Лицу-Лангю клинтис, Рамату клинтис, Кюкю иезис, Саутас калнс и на обнаженных склонах в долинах рек Вайве и Амата. В результате взаимодействия потоков поверхностных и подземных вод, проявившихся в деятельности процессов карстообразования, возникли карстовые пещеры на северной при-склоновой части долинообразного понижения Казуграва (Бушлея) и на левом склоне долины р.Лигатне.

В настоящее время на территории национального парка "Гауя" отмечается активное проявление целого ряда современных геологических процессов, обусловленных деятельностью потоков поверхностных и подземных вод, воздействию гравитационных сил и агентов выветривания. Под воздействием этих процессов происходит углубление и расширение существующих оврагов (а в некоторых случаях и образование новых) и рост конусов выноса, боковая эрозия речных берегов и коренных склонов долин, суффозия, формирование сплывов, оползней, обвалов, осыпей и др. Следует отметить, что наиболее интенсивно современные геологические процессы проявляются на обнаженных частях склонов речных долин и оврагов. При этом преобразование таких склонов, обычно, происходит при одновременном воздействии на них целого ряда геологических агентов.

Ниже рассмотрены отдельные геологические процессы, под воздействием которых происходило формирование своеобразных форм или интенсивное проявление которых отмечается и в настоящее время.

Процессы карстообразования возникают при совместной деятельности поверхностных и подземных вод. Они проявляются как химическое растворение горных пород, сопровождавшееся образованием подземных пустот (пещер, каналов, колодцев и др.) и поверхностных провалов и воронок. Участки развития карста, обычно, приурочены к площадям с небольшими уклонами, где очень интенсивно происходит инфильтрация дождевых и талых вод, что в значительной мере способствует распространению процессов карстообразования.

На территории национального парка очень своеобразным

является участок проявлений карбонатного карста, расположенный северо-восточнее г.Цесис, в пределах эрозионно-денудационного останца подчетвертичного рельефа. Данный участок приурочен к присклоновым частям долинообразного понижения Казуграва (Бушлея), которое разобщает указанный останец. Протяженность понижения, ориентированного в субширотном направлении, составляет почти 3 км при ширине около 250 м. Оно на глубину более 60 м врезано в четвертичные и дочетвертичные породы. Мощность четвертичных отложений, представленных тяжелой моренной супесью, вблизи Казугравы изменяется от первых десятков см до 2-3 м. В основании гляцигенных отложений залегают доломиты нижней части пльвиньской свиты, общая мощность которых не превышает 10 м. Доломиты подстилаются слабо- и среднесцементированными песчаниками аматской и гауйской свит. Поперечный профиль долинообразного понижения U-образный. Борта его очень крутые, в верхней части местами почти отвесные, но повсеместно перекрытые делювиальными отложениями и закрепленные растительностью. Естественных выходов дочетвертичных пород на склонах понижения нет. Исключением является участок на южном склоне Казугравы вблизи хут.Яунземь, где на бортах бокового оврага отмечены обнажения аматских песчаников.

Бровка обоих склонов долинообразного понижения сопровождается узкой (от первых до 25-30 м), местами выклинивающейся террасовидной площадкой. Эти площадки имеют четко выраженный уклон по направлению к руслу понижения. Поверхность площадок осложнена карстовыми воронками и провалами, нередко соединенными между собой траншеями. Глубина этих форм колеблется от 1-1,5 до 4-5 м, а диаметр воронок и провалов - от первых до 10-12 м. Стенки карстовых форм в основном задернованы, но на северном склоне Казугравы на этих стенках отмечаются выходы доломитов. Притом, пораженность площадок карстовыми формами пород больше на северном склоне понижения, где отдельные формы в большинстве случаев разобщаются лишь небольшими перемычками.

На северной присклоновой части долинообразного понижения Казуграва среди указанных поверхностных форм карста

отмечены две пещеры, являющиеся уникальными для территории Латвии подземными карстовыми образованиями. Длинные оси обеих пещер ориентированы параллельно склону Казугравы (рис. I).

Большая пещера А начинается с траншеи длиной 16 м и шириной 6,5 м. На отвесных стенках траншеи обнажаются крупноплитчатые доломиты пльвиньской свиты. Траншея заканчивается округлым помещением диаметром около 3,5 м и высотой немногим более 2 м, имеющим два выхода в соседние провалы и один в основную пещеру. Сама пещера состоит из ряда "камер" и "помещений", соединенных проходами и лазами. В плане "камеры" и "помещения" имеют округлую или несколько овальную форму. Их высота изменяется от 0,5-0,7 до 4 м, ширина - от 2 до 8,5 м. Потолки обычно сводчатые или конусовидные, и лишь у одного из "помещений" пол и потолок представлены монолитными плитами доломита. Каждая "камера" и каждое "помещение" одним или несколькими узкими (до 0,5 м) выходами соединены с окружающими камерами открытыми карстовыми провалами. В целом большая пещера имеет четко выраженный уклон вниз, по направлению к подошве пльвиньской свиты. Общая длина всех подземных "камер", "помещений" и проходов большой пещеры составляет 65 м. Таким образом, она является наиболее крупной среди аналогичных форм на территории Латвии.

Вторая пещера Б расположена около 30 м западнее вышеописанной пещеры. Она состоит из двух "помещений", соединенных узким проходом. Наиболее крупное "помещение" в плане имеет овальную форму размерами 5 x 8 м и высотой до 3,6 м. Потолок его сводчатый. Двумя выходами "помещение" соединено с расположенными рядом открытыми воронками. Второе "помещение", высотой около 2,4 м, в плане имеет несколько удлиненную форму. Вход в него расположен в стенке открытого провала. Оба "помещения" соединены проходом длиной 7 м, шириной от 1,6 до 3,0 м и высотой от 0,5 до 2,0 м. В настоящее время данного прохода больше не существует - его засыпало в результате провала свода. Общая длина пещеры Б составляет около 27 м.

Пол обеих пещер практически повсеместно перекрыт щебнем и небольшими глыбами доломита, свалившимися с потолка пещер. На стенках и потолках пещер обнажаются слабозакарстованные, в основном, крупноплитчатые доломиты. Сами пещеры в настоящее время практически сухие — следы водотогов, свидетельствующие о разгрузке вод плавиньского водоносного горизонта в долинообразное понижение Казуграва, нигде не прослеживаются. Разгрузка этих вод, видимо, происходит в нижележащем швянтойском водоносном горизонте. В свою очередь, разгрузка швянтойского горизонта в настоящее время осуществляется в сторону глубокой долины р. Гауя. Пьезометрические уровни этого водоносного горизонта в окрестностях долинообразного понижения Казуграва в северо-западном направлении изменяются от 45 до 40 м, т.е. они расположены несколько ниже абсолютных отметок дна долинообразного понижения.

Формирование участков карстовых форм рельефа, прослеживающихся в присклоновой части долинообразного понижения Казуграва, видимо, происходило почти одновременно с образованием самой долины. При разгрузке поверхностных и подземных вод базисом эрозии служило русло понижения. Судя по характеру склонов Казугравы, оно образовалось в относительно короткий промежуток времени, т.к. надпойменные террасы или обрывки их, свидетельствующие о постепенном понижении базиса эрозии, на склонах понижения не отмечены. Не исключено, что в нижележащих песчаниках аматской свиты имели место и проявления суффозионных процессов. В образовавшихся суффозионных провалах могли обрушиться залегающие выше доломиты, что значительно увеличило бы расчлененность террасовидных площадок. Но как уже отмечено выше, склоны долинообразного понижения в настоящее время полностью закреплены растительностью. Естественные выходы пород аматской и гауйской свит и приуроченные к ним формы (ниши, пещеры, гроты), образовавшиеся при проявлении суффозионных процессов, на бортах Казугравы не обнаружены. Поэтому возможность смешанного карстово-суффозионного формирования данного участка представляется очень сомнительной.

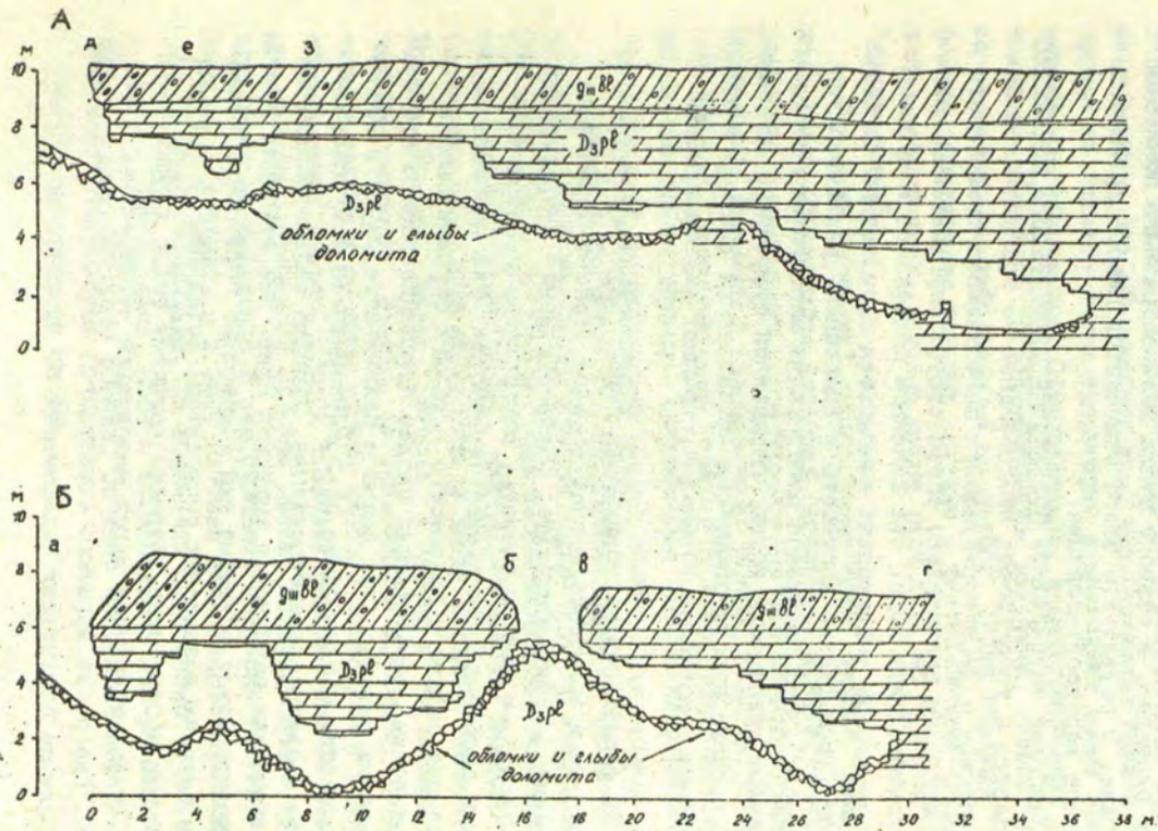


Рис. 1. Продольные разрезы пещер „Я. Казугравас“ (А) и „М. Казугравас“ (Б)

В настоящее время некоторая активизация развития карста, о чем свидетельствуют обнажения доломитов на стенках открытых воронок и провалов, происходит под воздействием поверхностных вод. Разгрузка инфильтрующихся в доломиты талых и дождевых вод осуществляется благодаря уклону террасовидных площадок, в сторону русла долинообразного понижения Казуграва. В результате этого отмечается слабое проявление процессов карстообразования.

Наиболее интенсивное проявление суффозионных процессов наблюдается в толще пород неоднородной по гранулометрическому составу и характеризующейся значительной трещиноватостью. Последнее значительно способствует передвижению потоков фильтрующейся воды. Под влиянием деятельности суффозионных процессов значительно изменяются прочностные свойства грунтов (уменьшается плотность и сцепление, увеличивается пористость). Под нагрузкой вышележащих масс горных пород происходит уплотнение толщи, пораженной суффозией. Это приводит к нарушению устойчивости естественных склонов и возникновению деформаций (провалов, трещин) на поверхности земли.

На территории национального парка "Гауя" деятельность суффозионных процессов в значительной степени определила современный облик ландшафта. Распространение суффозионных образований, в первую очередь, обусловлено геоморфологическими особенностями данной территории. Для нее характерно наличие большого количества глубоких террасированных речных долин, определяющих низкое положение базиса эрозии. В строении склонов этих долин в большинстве случаев принимают участие неоднородные по гранулометрическому составу, слабо- и среднесцементированные, нередко сильнотрещиноватые песчаники гауйской и аматской свит. Все глубокие речные долины дренируют вскрытые ими водоносные горизонты. Источником питания водоносных горизонтов, выходящих на подчетвертичную поверхность, нередко являются талые и дождевые воды, инфильтрующиеся через маломощные четвертичные отложения. Разгрузка верхнего (аматского) водоносного горизонта в случае отсутствия выдержанной по простиранию толщи

водоупорных пород происходит в нижележащей (гауийский), что создает благоприятные условия возникновения потоков фильтрующейся воды с большими градиентами.

Для территории национального парка в целом характерно наличие различных суффозионных форм. Однако, в настоящее время активное проявление суффозионных процессов отмечается довольно редко, и интенсивность их в большинстве случаев невелика. Это объясняется тем, что понижение базиса эрозии на большей части территории в настоящее время практически не отмечается. Следовательно, в фильтрационных потоках не возникают гидродинамические нагрузки, способствующие проявлению суффозионных процессов. Таким образом, формы, образование которых связано с деятельностью суффозионных процессов, условно можно разделить на "древние" и "современные".

Развитие "древних" суффозионных форм, видимо, началось после образования глубоких эрозионных врезов, унаследованных современными террасированными или каньонообразными речными долинами и большинством крупных оврагов. Основной причиной возникновения суффозионных процессов служило понижение базиса эрозии. Суффозионные формы, встречающиеся на территории национального парка, очень разнообразны.

Наиболее крупными и своеобразными формами являются пещеры. В пределах национального парка "Гауя", в долинах рек Гауя, Амата и Вайдава встречаются почти все известные на территории Латвии крупные пещеры - Гутманя, Велнала (западнее нас.п.Мурьяни), Маза и Лиела Велнала, Петера, Лигоно, Винтера, Калея, Паткула, Л.Эллите и ряд пещер, не имеющих названий. Пещеры, за исключением Л.Эллите, приурочены к нижним и средним частям склонов долин или к уступам надпойменных террас. Пещера Л.Эллите расположена на западном склоне эрозионного останца Лиела. Пещеры, обычно открываются на пойменной и надпойменной террасах (Калея, Паткула, Гутманя), а в ряде случаев непосредственно над урезом воды (Л.Велнала, на обнажении Кюкк мезис, в долине р.Амата). Как правило, пещеры образовались при размыве фильтрующими потоками трещин, поэтому протяженность их не-

редко значительная (Калея - 49 м, Винтера - 40 м, Паткула - 30 м, Л.Эллите - 23 м, пещера на обнажении Кюкю иезис - 20 м, Гутманя - 18,8 м). Иногда пещеры (Петера, Л.Эллите) расположены в местах пересечения двух систем трещин. Многие из них имеют боковые ответвления в виде узких трещин протяженностью от 0,5-1,0 до 5-6 м (Паткула, Винтера, Л.Эллите, на обнажениях в долине р.Амата). Высота пещер колеблется от первых до 3-4 м, а максимальная (10 м) отмечена в пещере Гутманя. Длинные оси пещер, обычно, ориентированы в глубь массива песчаников, т.е. более или менее перпендикулярно длинным осям речных долин. Ширина входов в пещеры колеблется от первых десятков см до нескольких метров. Форма входов в пещеры различная. В ряде случаев эти входы представляют собой узкую, практически вертикальную щель (пещеры Петера, Лигоню, в долине р.Амата), а преимущественно они имеют овальную форму или форму треугольника (пещеры Калея, Винтера, Паткула, на обнажениях Эглю крауя, Кюкю иезис, Саутас калнс и др.).

Наиболее широкое распространение среди "древних" суффозионных форм имеют гроты и ниши. Они представляют собой углубления со сводчатым потолком и широким входом. Указанные формы расположены на различных частях обнаженных склонов долин рек Гауя, Амата, Вайве, Брасла, Лигатне, Дауда, Вейупе и др., а также на обнаженных бортах крупных оврагов (Лиела и Маза Каутрака и др.). Они отмечаются практически на всех обнажениях песчаников гауйской и аматской свит. Гроты и ниши также приурочены к трещинам, расчленяющим массив песчаников. Их высоты изменяются от первых десятков см до 3-4 м, в таких же пределах колеблется их глубина. Ширина входа изменяется от 0,5-1,0 до 5-8 м.

Проявления активных "современных" суффозионных процессов, в основном, представляют собой дальнейший размыв и расширение потоками фильтрующей воды уже имеющих форм - пещер, ниш и т.д. Однако, эти процессы имеют явно выраженную тенденцию к затуханию, т.к. базис эрозии в настоящее время практически стабилизировался, и при разгрузках водонесных горизонтов не возникают потоки с большими градиен-

тами. На территории национального парка активное проявление суффозионных процессов отмечено в пещерах Л.Эллите, Гутманя, Калей и на обнажениях Сиетиньезис, Лицу-Лангю клинтис, Рамату клинтис, Райскума клинтис, Светавотс, Саутас калнс, Стокю клинтис и др. Следует добавить, что на указанных местах проявление суффозионных процессов наблюдается только на уровнях пойменных террас и современных русел. В некоторых случаях (на обнажении Звартас иезис и Рамату клинтис, на бортах оврага Л.Каутрака) в расширении имеющихся трещин активное участие принимают и поверхностные воды.

Однако, в ряде мест на территории национального парка "Гауя" (на обнажении Рагану катлс, в оврагах Лиела и Маза Каутрака) проявление "современных" суффозионных процессов происходит очень интенсивно.

Обнажение Рагану катлс расположено на левом склоне долины р.Дауда, вблизи хут.Даудас. На этом участке р.Дауда имеет каньонообразную долину, глубиной более 60 м, врезанную в четвертичные и дочетвертичные породы. Четвертичные отложения представлены маломощной (2-3 м) моренной супесью. Они подстилаются слабо и среднесцементированными, сильно трещиноватыми песчаниками аматской и гауйской свит, чередующимися с прослоями глин мощностью от 2 до 5 м. В верхней части обнажения открывается небольшой овраг, продолжением которого (по направлению к моренной равнине, примыкающей к бровке склона долины) является магистральная мелиоративная канава. Обнажение, вскрывающее верхнюю и среднюю части склона долины, представляет собой амфитеатр. В виде узкого V-образного оврага амфитеатр выходит к реке. Высота и диаметр обнажения составляют около 40 м. Стены его, преимущественно, отвесные. На них отмечаются многочисленные выходы небольших родников, дренирующих вскрытый долиной р. Дауда швянтойский водоносный горизонт. Выходы родников расположены на контактах песчаников и подстилающих их глин, и, как правило, они приурочены к трещинам. В результате размывающей деятельности родников трещины постепенно расширяются, образуя ниши и небольшие гроты глубиной от 0,5 до

15 м, шириной до 1 до 2 м и высотой от 0,5 до 1,5 м. Указанные формы имеют характерный для них сводчатый потолок. У подножья обнажения родники, сливаясь, образуют ручей, который по оврагу поступает в р. Дауда. Под воздействием суффозионных процессов на обнажении Рагану катлс сильно нарушается устойчивость естественных откосов, что, благодаря также и воздействию процессов выветривания, приводит к образованию осыпей и обвалов, и способствует постоянному расширению амфитеатра. Активность суффозионных процессов и связанных с ними явлений значительно увеличивается под воздействием временных потоков поверхностных вод. Наличие на верхней части обнажения оврага и соединенной с ним магистральной мелиоративной канавы, отвод поверхностных вод во время весеннего таяния снега и обильных дождей осуществляется непосредственно на стены обнажения, способствуя уменьшению их устойчивости.

Второй участок активного проявления суффозионных процессов отмечен в оврагах Лиела и Маза Каутрака, расположенных севернее хут. Эмпетеры. Геологическое строение этого участка аналогично обнажению Рагану катлс. Оба оврага в настоящее время активно развиваются. На правых бортах оврагов отмечены многочисленные выходы нисходящих родников. Они приурочены к трещинам, в результате размыва которых происходит расширение и углубление уже имеющихся ниш и гротов и образование новых. Наиболее крупный грот высотой около 8 м, расположенный на правом склоне оврага Лиела Каутрака, известен под названием Балта ниша. В результате деятельности суффозионных процессов заметно уменьшается устойчивость правых бортов обоих оврагов, что приводит к их расширению.

Необычная по своему облику суффозионная форма отмечена на правом склоне оврага Маза Каутрака. Один из боковых оврагов, начинающийся у бровки данного оврага, заканчивается висячей траншеей, в виде узкого (0,5-1,5 м) "коридора" выходящей на отвесный, высотой около 12 м правый борт оврага. Вершина траншеи представляет собой небольшой амфитеатр шириной до 4 м. Глубина траншеи составляет 6 м, протя-

женность - 15 м. Стены амфитеатра, самой траншеи и "коридора" отвесные. На них обнажаются трещиноватые песчаники. К трещинам приурочены отдельные небольшие ниши. Выходы родников не прослеживаются. Русло бокового оврага, расположенного в вершине траншеи, не задерновано и выполнено грубообломочным материалом, что свидетельствует о деятельности временных водотоков. Таким образом, можно предположить, что траншея, в основном, образовалась при интенсивном размыве песчаников фильтрующимися потоками подземных вод. При понижении базиса эрозии суффозионные процессы затухали, и в настоящее время некоторое углубление траншеи происходит под воздействием поверхностных потоков весной и осенью.

Оба участка активного проявления суффозионных процессов расположены в Рижско-Псковской зоне разрывных нарушений. Возможно, что активизация этих процессов связана с нестектоническими движениями в данной зоне, являющимися причиной понижения базиса эрозии.

В целом следы проявления "древних" и "современных" суффозионных процессов отмечаются практически во всех глубоких речных долинах, на бортах которых имеются обнажения песчаников аматской и гауйской свит. В террасированных долинах одностороннего развития, где суффозионные формы наблюдаются на практически отвесных частях коренных склонов или на уступах коренных цоколей эрозионных террас, четко прослеживается их приуроченность к определенным уровням. Эти уровни совпадают с уровнями надпойменных террас, развитыми на противоположном берегу реки. Видимо, проявление суффозионных процессов связано с циклами врезания при формировании речных долин. Расположение суффозионных форм на определенных уровнях очень характерно в долине р.Амата на участке между обнажением Звартас иезис и устьем реки. Следует отметить, что пещеры, ниши и гроты наблюдаются только в террасированных участках речных долин. В каньонообразных долинах с большими уклонами современных русел на обнаженных склонах этих долин суффозионные проявления не отмечаются. Очень характерными в этом отношении являются долины рек Раунис, Вайве (в верхнем и среднем течении), Амата

(между Видземским шоссе и обнажением Звартас иезис), Лигатне, Мелнупе, Брасла и др.

Своеобразным результатом деятельности подземных вод является образование циркообразных углублений, носящих название родниковых "цирков". На территории национального парка "Гауя" они прослеживаются в верхних частях склонов глубоких речных долин. Особенно широкое распространение родниковые "цирки" имеют на левом склоне долины р. Дауда. Благодаря глубокому врезу, она дренирует подземные воды вскрытых ею водоносных горизонтов. Верхняя часть склона долины р. Дауда сложена хорошо водонепроницаемыми четвертичными отложениями (песками различного генезиса, грубой моренной супесью), подстилающимися водоупорными глинами аматской свиты. При разгрузке грунтовых вод, приуроченных к четвертичным отложениям, фильтрующимися потоками выносились наиболее мелкие частицы грунта, т.е. отмечалось проявление суффозионных процессов. В местах, где разгрузка грунтовых вод происходила наиболее интенсивно, образовались указанные родниковые "цирки". В плане они имеют форму амфитеатра диаметром до 20-30 м. Их дно сложено водоупорными дочетвертичными глинами, кровля которых имеет четко выраженный уклон в глубь коренного массива. Таким образом, при выносе мелкого песчаного материала глины служили "порогом", препятствующим движению водных масс. При интенсивной разгрузке грунтовых вод в местах, где уклон кровли глин оказался наименьшим, происходил прорыв "порога", сопровождающийся образованием родникового "цирка". На дне амфитеатров отмечаются скопления делювиальных, а иногда оползневых отложений, представленных преимущественно грубообломочным материалом. При разгрузке грунтовых вод эти скопления являются как бы фильтром, препятствующим дальнейшему выносу песчаного материала. В пределах одного "цирка" обычно вытекает несколько родников. Большинство родниковых "цирков" заканчивается оврагами. По руслам оврагов протекают потоки, образующиеся при слиянии родников. Дальнейшее расширение родниковых "цирков" в настоящее время практически не наблюдается (или происходит очень слабо). Видимо, вынос мелких

частиц прекратился, и процессы образования родниковых "ширков" достигли определенного положения равновесия.

На крутых обнаженных склонах глубоких речных долин нередко отмечается смещение масс грунта вниз по склону под влиянием силы тяжести, что приводит к образованию оползней, сплывов, обвалов и осыпей. Эти явления наблюдаются в случаях, когда под воздействием поверхностных (талых и дождевых) и подземных вод, процессов физического выветривания и в результате неразумной хозяйственной деятельности человека нарушается устойчивость естественных склонов. Особое место среди указанных явлений занимают сплывы (Ломтадзе, 1977). Они наблюдаются в местах, где верхняя часть обнаженных склонов глубоких долин сложена маломощными (не более 10 м) четвертичными (преимущественно глинчигенными) отложениями. Сплывы представляют собой смещение вниз по склону горных масс, потерявших устойчивость. Смещения, как правило, происходят внезапно, а скорость деформации достигает нескольких десятков см в минуту. Сплывы наблюдаются в местах, где на откосах отмечаются сосредоточенные выходы грунтовых вод. Отчленение масс горных пород от коренной толщи в случае проявления сплывов происходит при резком переувлажнении и гидродинамическом воздействии на слабосвязные грунты в поверхностной зоне, притом подстилающие породы при сплывах не затрагиваются.

На территории национального парка сплывание верхних частей крутых склонов наблюдается на обнажениях Лаунага иезис, Гуду клинтис, Звартас иезис и в ряде других мест. Наиболее интенсивно процессы смещения потерявших устойчивость пород проявляются на обнажении Кюкю иезис, расположенном на правом коренном берегу долины р. Гауя, вблизи Райскумского лесничества. Глубина вреза долины реки на этом участке превышает 40 м. Долина имеет асимметричный поперечный профиль - на левом берегу прослеживается пойма и ряд надпойменных террас, а правый берег представляет собой крутой откос, закрепленный растительностью (деревьями, кустарником). Лишь на небольшом участке протяженностью около 260 м правый коренной склон долины р. Гауя обнажен.

Схематическое геологическое строение обнажения "Кюкю иезис" приведено в рис.2. Верхняя часть склона сложена тяжелыми моренными супесями, мощность которых изменяется от 6,8 м в нижней (юго-западной) части обнажения до 10,0 м в его верхней (северо-восточной) части. Моренные супеси подстилаются породами аматской и гауйской свит верхнего девона (глина, слабо-, средне- и крепкоцементированные песчаники). Непосредственно в основании четвертичной толщи залегают водоупорные глины аматской свиты мощностью до 4 м. Глубоко врезанная долина р.Гауя представляет собой местную область разгрузки для грунтовых и подземных вод. В основном, на обнажении наблюдаются пластовые выходы подземных вод, а естественные водопоявления в виде небольших нисходящих родников встречаются лишь в отдельных местах (дебит родников не превышает 0,3-0,5 л/сек).

По рассказам местных жителей, интенсивное смещение пород, слагающих верхнюю часть обнажения Кюкю иезис (т.е. моренных супесей) началось в 1952-1953 гг., притом активнее всего оно проходило весной или при продолжительных летне-осенних проливных дождях. Данный процесс в отдельных частях обнажения протекал с различной интенсивностью. За период с 1952 по 1976 гг. бровка коренного берега долины р.Гауя отступила от первоначального положения на 1-10 м.

С целью детального исследования процессов сплывания пород, слагающих верхнюю часть данного обнажения, Комплексной гидрогеологической и инженерно-геологической партией сооружен стационарный участок для проведения наблюдений (пост "Райскумс"), который действует с 1977 г. Для изучения режима грунтовых вод на площадке, примыкающей к бровке коренного берега долины и непосредственно на склоне ее были сооружены наблюдательные скважины. Ряд скважин, оборудованных глухими трубами, был пробурен для проведения определений влажности и плотности прибором УР-70. В целях изучения физико-механических свойств тяжелых моренных супесей, подверженных сплыванию, было отобрано II6 проб с ненарушенной и 437 проб с нарушенной (главным образом, для определения естественной влажности) структурами. Все показатели физико-

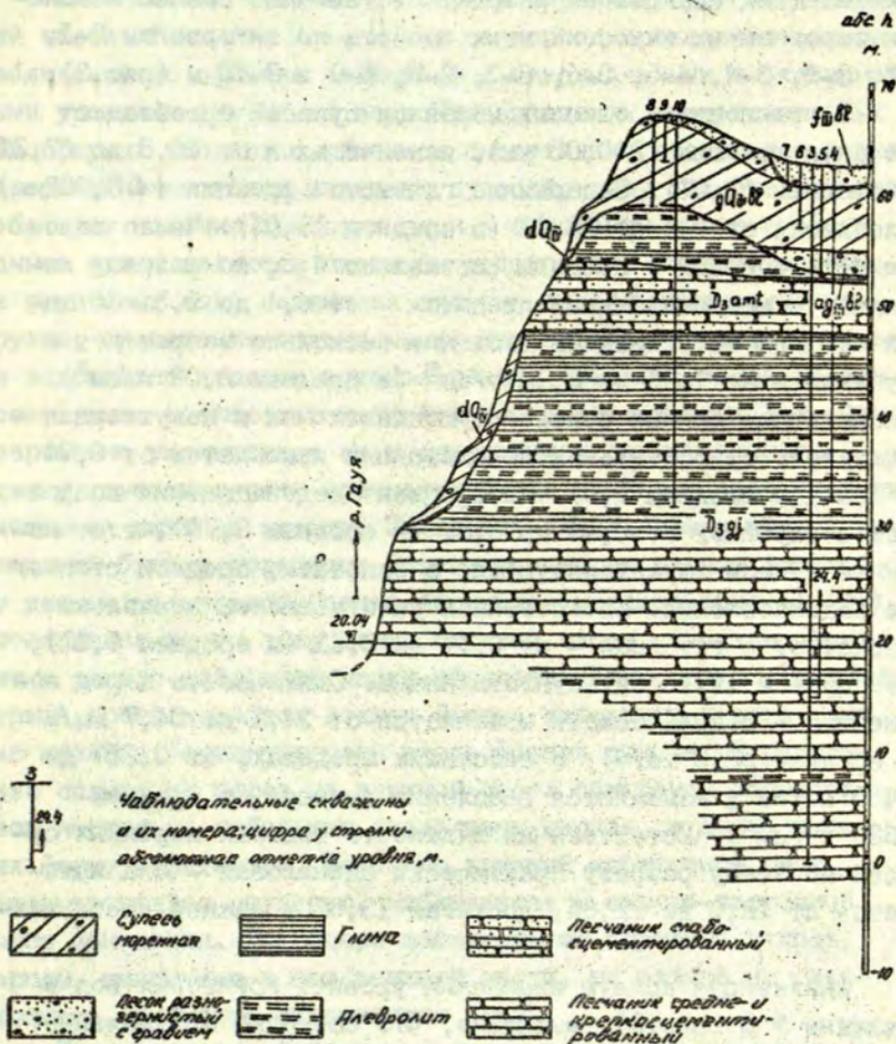


Рис. 2. Схематический геологический разрез обнажения «Ключевск»

Масштаб $\frac{гориз. 1:1250}{верт. 1:500}$

механических свойств по разрезу составлены графики изменения осредненных значений этих свойств по интервалам 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9 и 9-10 м (рис.3).

В грансоставе тяжелых моренных супесей преобладает песчаная фракция (2-0,05 мм), изменяющаяся от 56,8 до 67,3% (в среднем 62,0%). Содержание глинистой фракции (< 0,002мм) колеблется от 7,4 до 13,0% (в среднем 11,0%). Число пластичности супесей в среднем составляет 4,8, по разрезу изменяясь в незначительных пределах - от 4,4 до 5,5. Объемный вес при естественном сложении несколько возрастает с глубиной - от 1,96 до 2,12 г/см³ (в среднем 2,09 г/см³). Консистенция данных супесей тугопластичная и полутвердая - показатель относительной консистенции изменяется от 0,74 до 1,34 (в среднем 1,0). Коэффициент водонасыщения возрастает с глубиной от 0,49 до 0,81 (в среднем 0,70), т.е. моренные супеси характеризуются, в основном, средней степенью водонасыщения. Естественная уплотненность несколько возрастает с глубиной - от 0,14 до 0,13 (в среднем 0,02), т.е. супеси являются неуплотненными. Сжимаемость пород повышенная - модуль осадки изменяется от 34,2 до 54,7 мм/м (в среднем 52,3 мм/м). В небольших пределах, от 0,257 до 0,450 кг/см², изменяется сцепление супесей (в среднем 0,320 кг/см²). Естественная влажность тяжелых моренных супесей по всему разрезу практически одинаковая - она изменяется от 12,0 до 12,6%, достигая 13,6% в нижней части толщи.

Анализируя кривую изменения уровней грунтовых вод в скважине № 8 (рис.3), выявлено, что ежегодно минимальные уровни наблюдались в зимние (февраль-март) и летние (июль-август) месяцы. Максимальные уровни отмечаются во время весенних (апрель-май) половодий и осенних (октябрь-ноябрь) паводков. В 1978 г. в связи с продолжительными дождями резкий подъем уровней грунтовых вод начался в августе, и максимальные уровни наблюдались по декабрь. В 1978 г. и 1980 г. максимальные уровни отмечались в декабре. Они были связаны с продолжительными зимними оттепелями и с выпадением большого количества осадков.

Интенсивное сплывание тяжелых моренных супесей в верхней части обнажения Кюкю иезис за период проведения режимных наблюдений во времени совпадает с максимальными и экстремальными уровнями грунтовых вод. При выпадении продолжительных атмосферных осадков и обильном снеготаянии происходит резкое переувлажнение толщи моренных супесей, чему значительно способствует наличие аматских глин в основании толщи супесей. Данные глины являются надежным водоупором, поэтому разгрузка грунтовых вод, создающая сильные гидродинамические нагрузки, происходит только через супеси. При этом значительно возрастает степень водонасыщения массы супесей и, следовательно, возрастает воздействие гравитационных сил. Одновременно уменьшаются силы сцепления и сопротивление сдвигу, супеси теряют прочность и под влиянием силы тяжести смещаются вниз по склону. За период проведения режимных наблюдений бровка коренного берега долины на данном участке по данным мензульной съемки отступила неравномерно (1-12м). Интенсивнее всего разрушение верхней части склона происходит в северо-восточной части обнажения Кюкю иезис. Трещины отрыва прослеживаются вблизи бровки коренного берега. Они, как правило, ориентированы вдоль фронта склона. В результате сплывания пород на верхней части обнажения образовалось несколько небольших оползневых цирков, в плане имеющих форму амфитеатра. Наиболее крупный оползневый цирк, заканчивающийся ступенью, наблюдается в северо-восточной части обнажения. Благодаря значительной крутизне откоса, породы, смещенные с его верхней части, на склоне не скапливаются, а быстро сдвигаются вниз.

На основании обобщенных данных для толщи моренных супесей, подверженной процессам сплывания, определены угол устойчивого откоса ω и критическая высота массива h_{90} (Цытович, 1951).

$$C = \frac{\gamma_0 h}{4} \sin 2\omega$$

, где C - сцепление грунта, $\text{кг}/\text{см}^2$;

γ_0 - объемный вес грунта при естественном сложении, $\text{г}/\text{см}^3$;

h - фактическая высота склона, в м
(в среднем 8,4 м)

$$\sin w = \frac{4C}{y_0 h} = \frac{4 \times 0,320 \times 10}{2,09 \times 8,4} = 0,7291$$

$2w = 46^{\circ}48'$; угол естественного откоса равен $23^{\circ}24'$

$$h_{90} = \frac{4C}{y_0} \times 0,958 = \frac{4 \times 0,320 \times 10^6}{2,09 \times 10^5} = 0,958 = 5,9 \text{ м}$$

Расчетные величины угла устойчивого откоса и его критической высоты свидетельствуют, что стабилизация склона наступит нескоро, т.к. фактический угол, составляющий более 75° , на 25° превышает расчетный, а высота его на 2,5 м выше критической.

Следует еще учесть, что обнажение Кюкю иезис расположено вблизи Рижско-Псковской зоны разрывных нарушений. Максимальная амплитуда этих нарушений, установленная в песчаниках гауйской свиты данного обнажения, составляет 3 м. Наиболее крупное нарушение отмечено в северо-восточной части обнажения. В той же части его очень интенсивно происходит сплывание верхней части склона. Поэтому не исключено, что современная активизация процессов сплывания пород в какой-то мере связана с неотектоническими движениями в данной зоне разрывных нарушений.

Литература.

- Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. - М.: Недра, 1977. - 480 с.
Цытович Н.А. Механика грунтов. - М.:Д., 1951. - 380 с.

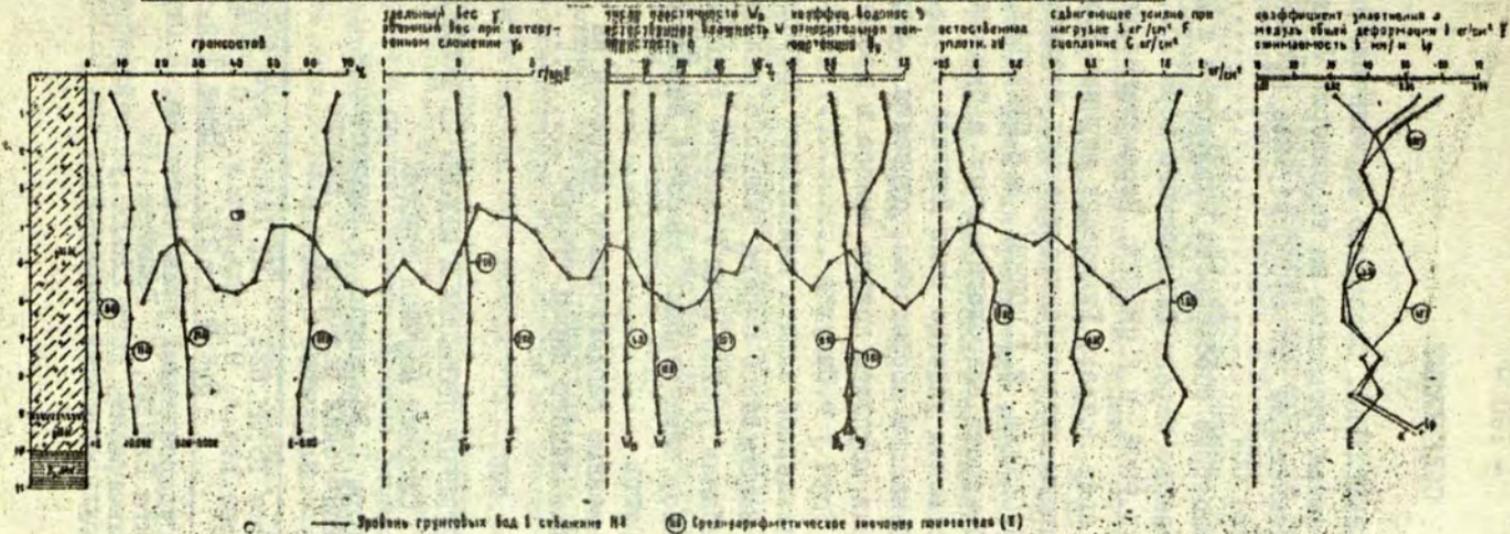
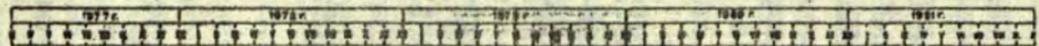


Рис. 3. Графики изменения показателей основных физико-механических свойств моренных грунтов на разрезе и колебания уровней грунтовых вод на станции «Райскучис»

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|-----|
| Б.М.САЛТУПЕ, Г.Я.ЭБЕРХАРДС. Состояние изученности современных экзогенных процессов на территории Латвии .. | 3 |
| Г.Я.ЭБЕРХАРДС. Флювиальные рельефообразующие процессы рек Латвийской ССР | 15 |
| Б.А.БУЛГАКОВА. Некоторые особенности морфологии и динамики современного берега Балтийского моря | 32 |
| И.Г.ВЕЙНБЕРГС, В.К.РОЗЕ, М.Е.МЕЙЕРЕ. Перемещение наносов в береговой зоне острова Буллсала вершины Рижского залива по данным литоморфодинамических исследований | 56 |
| Д.Ф.АНДЕРСОН, Г.Я.СЕГАЛЬ, Е.Л.ЦОНЕВА, Б.В.ШТЕЙНБАХ. Некоторые особенности гидрологического и руслового режима на устьевом участке реки Даугава | 69 |
| Б.М.САЛТУПЕ. Особенности морфологии, строения и формирования пролива крупного конуса выноса в древней долине реки Гауя у г.Сигулда | 115 |
| А.П.ИНДАНС. Об инженерной защите памятников природы (на примере Видземского берега Рижского залива).. | 125 |
| Я.С.ПРОБОКС. Колебания уровня воды Рижского водохранилища как фактор, определяющий скорость переформирования ее берегов | 131 |
| В.К.ВЕНСКА. Современные геологические процессы на территории национального парка "Гауя" | 139 |

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКЗОГЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И МЕТОДЫ ИХ ИССЛЕДОВАНИЯ
Сборник научных трудов

Редакторы Г.Эберхардс, Р.Довгополова
Технический редактор И.Балоде
Корректор И.Балоде

Подписано к печати 15.09.82. ЯТ 14358. Ф/б 60x84/16.
Бум. №1. 10,2 физ.печ.л. 9,5 усл.печ.л. 8,0 уч.-изд.л.
Тираж 290 экз. Зак. № 1625. Цена I р. 20 к.

Латвийский государственный университет им. П.Стучки
Рига 226098, б. Райниса, 19
Отпечатано в типографии, Рига 226050, ул.Вейденбаума, 5
Латвийский государственный университет им. П.Стучки

УДК 551 311 2

Современные геологические процессы на территории национального парка "Гауя" / Венска В.К. — В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. науч. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с. 139-160.

Обобщен материал, полученный во время геологической съемки территории национального парка. Отмечается активное проявление целого ряда современных геологических процессов. Особое внимание уделено проявлению карстовых суффозионных и оползневых процессов и описанию созданных ими форм рельефа.

Ил. 3, библиогр.: 2 наим.

УДК 551 31

Состояние изученности экзогенных процессов на территории Латвии / Салтупе Б.М., Эберхардс Г.Я. — В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. науч. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с. 3-15

Среди основных экзогенных процессов, которые с различной степенью интенсивности проявляются на значительных площадях территории Латвии, выделяются склоновые, речные, морские и эоловые процессы, карст, суффозия, накопление озерных и болотных отложений. Изучены они крайне неравномерно. Наиболее систематически и разносторонне изучена динамика морских берегов и подводного склона, речная эрозионно-аккумулятивная деятельность, переформирование берегов водохранилищ, карст. Составлены карты экзогенных геологических процессов.

Библиограф.: 17 наим.

УДК 551 311 21

Флювиальные рельефообразующие процессы рек Латвийской ССР / Эберхардс Г.Я. - В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. научн. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с 15-32.

На основе анализа аэрофотоснимков, топокарт, данных о геологическом и геоморфологическом строении террас и пойм, морфологии русла реки и морфометрических параметров террас и пойм сделан вывод о современном характере проявления и направленности речных рельефообразующих процессов по отдельным геоморфологическим районам. Вместе с тем отмечен характер их проявления от позднеледникового и раннеголоценового этапа долинообразования.

Ил. 4, библиогр.: 9 наим.

УДК 551 350 54

Некоторые особенности морфологии и динамики современного берега Балтийского моря / Булгакова Е.А. - В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. научн. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с. 32-56

Прослежено пространственное распределение морфогенетических типов берегов Балтийского моря на побережье Латвии, установлены их изменения за последние десятилетия на фоне перестройки динамических процессов после штормов 1967 и 1969 гг.

Ил. 16, библиогр.: 3 наим.

УДК 551 351

Перемещение наносов в береговой зоне о. Буллюсала вершины Рижского залива по данным литоморфодинамических исследований / Вейнбергс И.Г., Розе В.К., Мейерс М.Е. - В кн.:

Современные экзогенные процессы и методы их исследования.
Сб. научн. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с 56-69.

Детально излагается морфология и строение подводного берегового склона и особенности рельефа современного берега о. Буллысала. Применение анализа гранулометрического состава отложений подводного берегового склона, степени окатанности зерен кварца, а также изменения концентрации тяжелых минералов позволило в пределах береговой зоны острова кроме общего транспорта материала вдольбереговым потоком наносов, установить и другие небольшие перемещения наносов, происходящие при относительно тихой погоде.

Ил. 7, библиогр.: 2 наим.

УДК 551 482

Некоторые особенности гидрологического и руслового режима на устьевом участке реки Даугавы /Андерсон Д.Ф., Сегаль Г.Я., Цонева Е.Л., Штейнбах Б.Н.- В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. научн. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с. 69-114.

В хронологической последовательности освещается реализация основных гидротехнических мероприятий по регулированию руслового процесса на устьевом участке р. Даугава, рассмотрены изменения дельтового участка русла и групп островов за последние 300 лет. Особое внимание уделено изменениям гидрологического режима и руслового процесса после построения Рижской ГЭС. Приведены данные модельных исследований.

Ил. 16, библиогр.: 17 наим.

УДК 551 350 54

Об инженерной защите памятников природы /на примере Видземского берега Рижского залива/ (Инданс А.П. - В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. научн. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с. 115-125.

Изложен материал о геологическом строении охраняемого абразионного берега и непосредственно прилегающей с суши территории на Видземском побережье Рижского залива, анализируется интенсивность и характер проявления современных геологических процессов, оценивается их влияние на разрушение берега. Рекомендуется применение ряда технических мероприятий защиты.

УДК 551 311 21

Формирование крупного конуса выноса в долине р. Гауя у г. Сигулда /Салтупе Б.М. - В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. научн. тр. Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с. 125-131/.

Впервые в Прибалтике приведены данные о геологическом строении крупного конуса выноса склонового оврага в глубокой долине р. Гауя. Выделены основные фации пролювиальной толщи отложений. Датированием абсолютного возраста определено начало накопления выносимого водотоком материала и, следовательно, ориентировочное время интенсивного оврагообразования.

Ил. 3, библиогр.: 6 наим.

УДК 551 312 4

Колебания уровня воды Рижского водохранилища как фактор, определяющий скорость переформирования берегов. /Пробокс Я.С. - В кн.: Современные экзогенные процессы и методы их исследования. Сб. научн. тр. , Рига: ЛГУ им. П. Стучки, 1982, с. 131-139./

На основе анализа конкретных данных исследований по малым водохранилищам Даугавского каскада ГЭС обращается внимание на значительные колебания уровня воды, существенно влияющие на формирование берегов и разработку склона. Предлагается новый способ определения величины переформирования берегов с учетом резких суточных колебаний уровней.

Ил. 2, Табл. 2, библиогр.: 5 наим.