РАЗВИТИЕ УСТЬЕВЫХ СИСТЕМ БАЙКАЛА ЗА ТЕХНОГЕННЫЙ ЭТАП

Ильичева Е.А., Павлов М.В.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия

DEVELOPMENT OF THE BAIKAL ESTUARINE SYSTEMS DURING THE ANTHROPOGENIC STAGE

Ilyicheva E.A., Pavlov M.V.

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia

В докладе представлены материалы гидролого-геоморфологического анализа устьев притоков Байкала, проведенного в последние годы. Исследования направлены на оценку развития устьевых систем в различные периоды водности, их типизацию, систематизацию и прогноз. Особое внимание уделено природным предпосылкам рельефоформирования устьевых областей, наиболее важная из которых – морфоструктурные особенности побережий, определяющие морфогенетический и динамический тип прибрежной зоны. Временные рамки охватывают этапы формирования устьев при искусственном регулировании уровня приемного водоема или за техногенный этап.

Ключевые слова: устьевая система, Байкал, побережье, морфоструктуры, рельефоформирование, взморье, периоды водности, прогноз.

The report presents the materials of the hydrological and geomorphological analysis of the mouths of the tributaries of Lake Baikal carried out in recent years. The research is aimed at assessing the development of estuarine systems in different periods of water availability, their typification, systematization and forecast. Particular attention is paid to the natural prerequisites for the relief formation of estuarine areas, the most important of which is the morphostructural features of the coasts, which determine the morphogenetic and dynamic type of the coastal zone. The time frame covers the stages of the formation of estuaries during artificial regulation of the level of the receiving reservoir or during the technogenic stage.

Keywords: estuarine systems, Baikal, coast, morphostructures, relief formation, seaside, water content periods, forecast.

В настоящее время исследование морфогенеза побережий оз. Байкал становится важным фундаментальным направлением и имеет практическое значение. Особую актуальность этот вопрос приобретает на сегодняшний день в условиях активного антропогенного воздействия в бассейне оз. Байкал, на рубеже смены этапов гидроклиматического цикла. Смена гидроклиматического цикла и техногенное преобразование Байкальской природной территории сопровождается многоводными и маловодными периодами, в которые и происходили переформирование берегов и перестройка устьевых систем. Устья притоков Байкала, являясь открытыми динамическими эрозионно-аккумулятивными системами, развиваются под действием факторов, определяющих и лимитирующих ход, скорость и направление ведущих и подчиненных им групп процессов.

Устьевые системы (УС) представляют собой участки русловой сети, взаимодействующие с принимающим водоемом. Устьевая область (УО) охватывает более значительные площади: русловую сеть в полном объеме русла, пойменные и надпойменные террасы, острова, осередки, междуканавные пространства с обилием древних наложенных форм, а также древнюю устьевую область. Современная устьевая область или устьевая геосистема представляет собой участок устья, находящийся в активном взаимодействии природных процессов в системе «река-море». Основные элементы устьевой системы: вершина, где происходит разделение единого русла на отдельные рукава или проявляется смена руслового процесса; острова и междуканавные пространства; участки берегов участвующие в современном рельефообразовании.

Нами рассмотрены определяющие природные факторы формирования различных морфогенетических типов устьевых систем. В первую очередь – это морфоструктурные особенности побережий, среди которых выделяются положительные структуры – горсты, представленные хребтами, отрогами

и склонами гор различной амплитуды поднятий. Породы, слагающие эти орографические элементы, в основном весьма устойчивы к абразии.

К отрицательным морфоструктурным единицам относятся грабены – впадины байкальского типа, заполненные неоген-четвертичными рыхлыми, сцементированными, но податливыми к размыву породами. К дополнению общей картины геолого-тектонического строения прибрежной зоны Г.Ф. Уфимцев выделяет малые межгорные впадины и обозначает их грабен-трогами [4]. В отличие от крупных впадин, они имеют меньшие размеры, заполнены неоплейстоценовыми – голоценовыми осадками и открываются в сторону Байкала в виде зубцов, врезаемых в побережье. Таким образом, различные морфогенетические типы устьевых систем приурочены к определенным морфоструктурным элементам, а при некоторых геолого-тектонических условиях устья отсутствуют. Из всего многообразия, для Байкала можно выделить шесть морфогенетических типов устьевых систем (рис. 1).

Рис. 1. Схема геолого-тектонических предпосылок формирования устьевых систем на побережье Байкала

Развитие селевой активности в голоцене отразилось на характере формирования устьевых систем и берегов юга и западной части Байкала и связано с размывом пролювиальных конусов выноса [2]. Формируется особый тип побережий с валунно-глыбовыми отмостками и устьев, образованных на селевых конусах. В легенде представлены три типа устьевых систем, связанных с пролювиально-аллювиальными конусами выноса.

Простые устья на побережье Байкала имеют до трех рукавов с приустьевым расширением или, если это позволяет отмелость взморья, аккумулятивным выступом в виде подводной косы. Часто выступ имеет сезонный характер. К простым устьям относятся рр. Солзан, Хара-Мурий, Бугульдейка и др.

Многорукавные устья имеют пять и более рукавов, а также сухие каналы, дренирующие конуса выноса в многоводные периоды. Ярким примером служит устьевая система р. Риты и многие другие. Некоторые устьевые системы этого типа имеют фитогенно-дельтовый берег выдвижения, чем напоминают дельты, но не являются ими, ввиду того, что междуручавные пространства и другие элементы устьевой системы созданы неаллювиальными процессами. Это устья рек Голоустная, Сарма, Тья и др.

К эстуарному типу относятся устья средних и малых рек, имеющие доголоценовую историю формирования, связанную с ледниковой деятельностью или занимающие участки палеогидросети. Это устья рек Баргузин, Максимиха, Фролиха и др.

Дельтовые и эстуарно-дельтовые устьевые системы образуются у рек с крупными водосборами, несущими значительные объемы воды и наносов для формирования выдвигающихся в Байкал аллювиальных конусов. Это обширные устьевые системы рек Селенга и Верхняя Ангара.

Представлен результат систематизации различных природных предпосылок, определяющих тип УС. К примеру, устьевая система р. Селенги имеет дельту выдвижения, развивающуюся на отмеле взморье. Имеет относительно ровную геометрию берега, сформированную в межгорной впадине байкальского типа, заполненную неоген-четвертичными легко размываемыми осадками. Непосредственно селенгинское побережье относится к потамогенному (речному) типу, сформированному неволновыми процессами. А, если рассматривать динамический тип берега по В.П. Зенковичу [1], он относится к аккумулятивному типу. В других случаях развиваются эстуарные, эстуарно-дельтовые, протые и многорукавные УС, связанные со структурными особенностями побережья.

Выявлена закономерность пространственного распространения различных типов УС по побережьям Байкала. Западное и южное побережье характеризуется развитием простых устьев с аккумулятивными выступами или устьевым расширением, а также многорукавных, развитых на селевых конусах выноса. Единственным исключением на рассматриваемых побережьях является эстуарно-дельтовый тип УС р. Анги. Его происхождение обязано существованию палеогидросети и относится к абразионному структурному риасовому типу побережья. Другие УС на данном участке образовались в неоплейстоцене и голоцене.

Единственная в своем роде УС с дельтой выдвижения р. Селенги сформирована на мелководном взморье, история ее формирования неразрывно связана с образованием котловин озера. К северному и северо-восточному побережью приурочены эстуарные и эстуарно-дельтовая с дельтой выполнения УС Верхней Ангары. Гидрологический фактор катализирует развитие устьев как замыкающего звена речной системы, за счет сезонных и многолетних флуктуаций стока воды и наносов. За рассматриваемый период выделяются многоводные (от начала инструментальных исследований по 1946 г.; 1961-1977 гг.; 1985-1999 гг.) и, разделяющие их, маловодные аномалии стока (с 1947-1960 гг., 1978-1984 гг., 2000-2017 гг.), последняя из которых была наиболее продолжительной. К началу нового этапа повышенной водности стоит отнести последние годы, начиная с 2018 г. Влияние периодов повышенной и пониженной водности отражается в топографии устьевых систем, особенно ярко этот процесс проявился в динамике площади дельты р. Селенги. Анализ морфометрии дельты и других устьев выполнен с использованием разновременного картографического материала и космоснимков с привязкой к уровню Байкала на момент съемок. Гидроклиматический фактор в различные периоды водности выражаются и в динамике эрозионно-аккумулятивных процессов русловой сети УС. На примере дельты Селенги показано образование пойменного комплекса с тремя генерациями, соответствующими смене периодов повышенной и пониженной водности в бассейне. Результатом геоморфологического сравнительного анализа стали геоморфологические и морфодинамические схемы.

Оценка динамики изменений устьевых систем в корреляции с гидроклиматическими аномалиями в бассейне проведена в сравнении морфометрических параметров УС. Для определения морфометрических параметров, использовалась методика расчета коэффициентов изрезанности морского края дельты К и выдвинутости в море N по В.Н. Михайлову [3] (табл. 1).

Всего нами исследовано 30 УС и получена база данных морфометрических параметров в различные периоды водности. Анализ этих данных дает возможность сделать следующие выводы и прогнозы:

1. на Байкале из 470 притоков более 230 постоянных водотоков, формирующих устьевые системы различных морфогенетических типов;

2. из всего разнообразия устьевых систем выделяем основные: простые (до 3-х рукавов); много рукавные на конусах с фитогенным берегом выдвигания; эстуарные и эстуарно-дельтовые с дельтой выдвигания; дельтовые с дельтой выдвигания;

3. геолого-тектонические условия определяют морфогенетический тип берегов и устьевых систем;

4. гидроклиматические ритмы катализируют морфодинамические процессы развития устьевых систем за счет стока воды и наносов;

5. в маловодья устьевых систем увеличиваются по площади, а в многоводья сокращаются, но при этом увеличивается изрезанность берегов.

Прогноз на наступающее многоводье при техногенном повышении уровня Байкала:

1. устьевые системы, развитые на конусах выноса, эволюционируют первоначально в простые устья, а затем начнут наращивать фитогенно-дельтовые берега, что приведет к общему заболачиванию побережий на мелководных взморьях, образованию лагунно-лиманных комплексов;

2. эстуарные устьевые системы сохранят прежние условия взаимодействия с принимающим водоемом;

3. в дельтовых и эстуарно-дельтовых системах произойдет подъем абсолютных отметок поверхностей пойм, русловой сети, межукавных пространств. Блокирующие косы и морские бары, как наиболее динамичные элементы аккумулятивного рельефа исчезнут или частично размоются, либо примкнут к периферийной части устьевой области.

Таблица 1

Морфометрические параметры некоторых устьевых систем притоков Байкала (фрагмент)

год	Морфометрические параметры						
	В, км	L мк, км	L ог, км	Fb, км ²	F д, км ²	К	N
УС р. Селенги							
1908	34,9	119,5	60,1	478,1	483,2	2,0	1,0
1956	36,9	126,3	60,4	534,4	512,5	2,1	1,0
1986	38,2	132,3	61,1	572,8	514,8	2,2	0,9
1998	38,4	189,5	59,6	578,8	451,3	3,2	0,8
2007	38	159,9	60,5	566,8	471,5	2,6	0,8
2011	38,3	161,8	59,8	575,8	453,5	2,7	0,8
УС р. Б. Голоустная							
1982	5,1	6,4	6,1	10,2	4,7	1,0	0,5
2015	5,2	10,2	6,4	10,6	4,3	1,6	0,4
УС р. Бугульдейка							
1983	0,9	2,1	1,2	0,3	0,2	1,8	0,6
2014	0,9	1,6	1,2	0,3	0,2	1,3	0,6
УС р. Солзан							
1986	7,00	8,04	10,99	6,00	19,23	0,73	0,31
2000	7,00	7,50	10,99	5,66	19,23	0,68	0,29
2011	7,00	6,29	10,99	5,01	19,23	0,57	0,26
2020	7,00	7,00	10,99	5,71	19,23	0,64	0,30
УС р. Снежная							
1983	11,10	12,20	17,43	7,36	48,36	0,70	0,15
1986	10,44	8,00	16,39	5,22	42,78	0,49	0,12
2000	11,12	2,10	17,46	5,14	48,53	0,12	0,11
2011	13,18	18,07	20,69	6,36	68,18	0,87	0,09
2015	13,50	14,70	21,20	6,47	71,53	0,69	0,09
2020	13,24	2,10	20,79	6,66	68,80	0,10	0,10
УС р. Выдринная							
1986	1,40	1,10	2,10	0,06	0,63	0,51	0,10
2000	1,50	1,40	2,30	0,09	0,88	0,59	0,10
2011	1,60	1,60	2,40	0,10	0,92	0,69	0,10
2020	1,60	1,80	2,50	0,10	1,00	0,72	0,10

В целом при различных гидрологических условиях устьевые геосистемы будут развиваться, стремясь к своему равновесному состоянию.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания № госрегистрации темы АААА-А21-121012190059-5 («Изучение структурно-функциональной организации геосистем регионов Сибири для планирования устойчивого территориального развития»), и при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-29-05052 офи_м («Экзоморфолитогенез устьев Байкальских притоков на современном этапе гидроклиматического цикла: моделирование и прогноз»).

Список литературы

1. Зенкович В. П. Основы учения о развитии морских берегов / АН СССР. Океанографическая комиссия. М. : Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
2. Каплин П. А., Леонтьев О. К., Лукьянова С. А., Никифоров Л. Г. Берега. М. : Изд-во «Мысль», 1991. 479 с.
3. Основы гидрологии устьев рек: учебное пособие / В. Н. Михайлов, М. В. Михайлова, Д. В. Магрицкий. М. : Изд-во Триумф, 2018. 316 с.
4. Уфимцев Г. Ф. Малые впадины в Байкальской рифтовой зоне // География и природные ресурсы, 2013. № 4. С. 28-36.