



УДК 551.018

Состояние русла и поймы р. Ангары в районе г. Ангарска за последние 70 лет

Г. С. Мазур

Аннотация. Рассмотрено изменение расходов воды р. Ангары и пойменных проток под влиянием ряда антропогенных факторов в нижнем бьефе Иркутской ГЭС: разработка русла в карьерах, дноуглубительные работы, регулирование стока Иркутской ГЭС, пойменный карьер. Выполнена оценка действия отдельных факторов и их совокупности.

Ключевые слова: русло, пойма, дноуглубление, карьер, пережат, снижение уровней, плановые деформации, аккумуляция наносов, пойменные острова, лоции, кривая расходов, русловой процесс.

Введение

Населенные пункты, как правило, расположены на берегах рек и водоемов. Основным условием безопасности и сохранности жилищ и различных сооружений является устойчивость берегов к размыву. Природными факторами, которые вызывают разрушение берегов, являются селевые потоки, высокие дождевые паводки и снеговые половодья, ледовые явления.

Сочетание природных факторов редкой повторяемости с постоянно действующим техногенным воздействием на поток приводит к деформациям пойм и русел рек, вынуждает тратить значительные средства на укрепление берегов, углубление мелеющих рек, перенос населенных пунктов и защиту их от подтопления. Изменение речных русел продолжается спустя много лет после прекращения воздействия на поток. Ярким примером является молевой сплав леса. На реках Восточной Сибири он прекратился в начале 80-х гг., однако и в настоящее время затонувшая древесина всплывает при размыве дна и разрушает пойменные берега, изменяет направление течений.

Очевидна необходимость изучения изменений реки в условиях комплексного использования ее ресурсов.

Объектом исследования выбран участок р. Ангары в районе г. Ангарска ниже 42 км от Иркутского гидроузла (рис. 1).

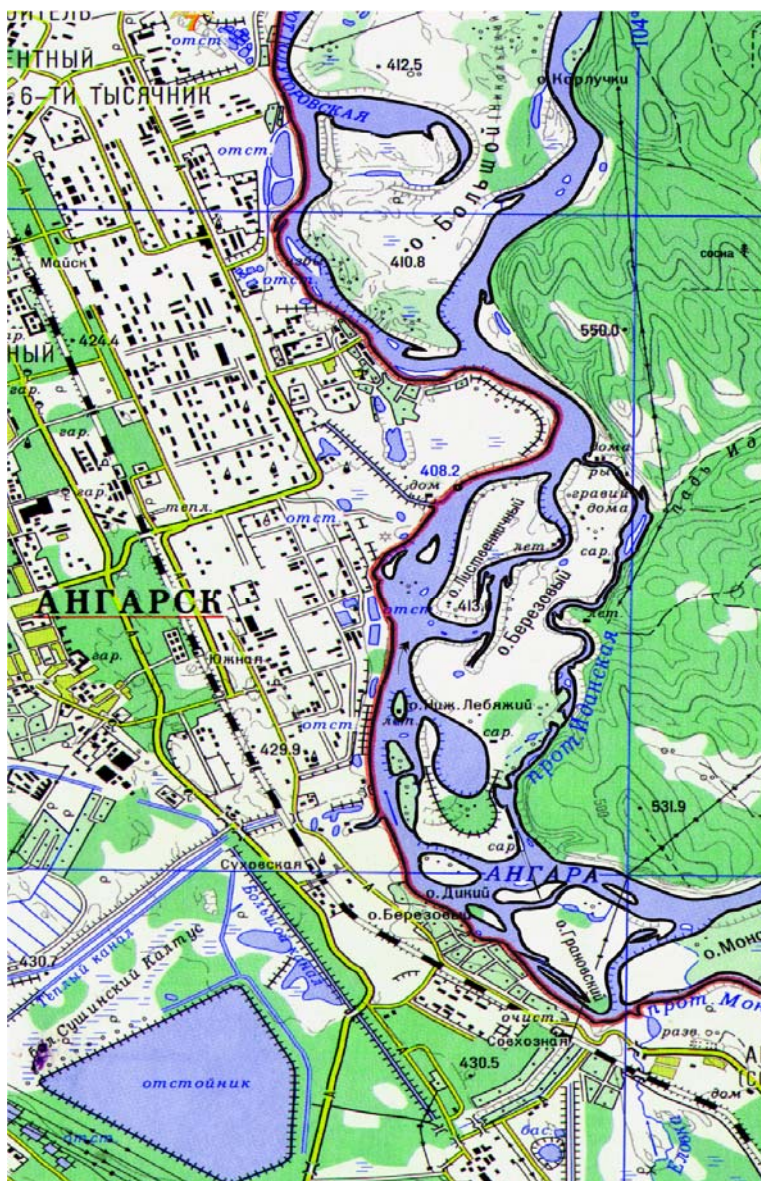


Рис. 1. Район исследований р. Ангары

Состояние исследуемого объекта в 2006–2008 гг.

Современное состояние участка р. Ангары проанализировано по картографическим материалам 2006 г. [6] и космическому снимку 2008 г. с привлечением материалов русловых измерений, опубликованных в лоцманских картах [1, 2, 3, 5].

Река на исследуемом участке имеет пологий левый берег высотой 5 м, который занят жилыми постройками, дачными участками, многочисленными промышленными объектами (см. рис. 1).

По левому берегу проходит железнодорожная магистраль. Ближайший крупный железнодорожный узел – станция Суховская находится в 800 м от реки. Наименьшее расстояние от станции Совхозная до реки составляет 300 м.

Правый берег представлен поймой, которая ограничена высоким склоном долины. Он поднимается над урезом воды на 150–200 м. Русло вместе с поймой занимает в долине полосу шириной 1–3,5 км.

Интенсивное освоение левобережья началось в 40-е гг. прошлого столетия в связи со строительством г. Ангарска. В настоящее время берег плотно застроен. Здесь широкой полосой вытянулась промышленная зона, которая отгородила г. Ангарск от р. Ангары.

На левом берегу находятся поля фильтрации, многочисленные отстойники, дамбы высотой до 3 м, каналы водозаборов и каналы для сброса в р. Ангару теплых сточных вод. Берег укреплен двумя вдольбереговыми дамбами длиной 1400 и 600 м и двумя небольшой длины поперечными дамбами. В русле вдоль левого берега построено 13 полузапруд, которые отжимают поток к правому берегу.

На высоком правом берегу отсутствуют промышленные объекты и населенные пункты. Склон долины с распадками и падами покрыт сосновым лесом.

Исследуемый участок вниз по течению разделен на три части: верхнюю, среднюю и нижнюю, которые отличаются по интенсивности воздействия антропогенных факторов.

На верхнем участке основными факторами воздействия являются гидротехнические работы в русле (дноуглубительные работы на перекате) и разработка пойменных проток в карьерах.

На границе между верхним и средним участком действует пойменный карьер, огороженный дамбой.

На среднем участке в комплекс антропогенных факторов входят: дноуглубительные работы, русловой карьер, пойменные карьеры, дамбы обвалования берега, полузапруды, сброс теплых стоков.

Нижний участок характеризуется дноуглубительными и карьерными работами в русле, спрямлением русла, продольной дамбой в русле, укреплением берега, сбросом теплых вод и пойменным карьером.

Из-за большого объема материалов, включающего схемы русловых процессов и гидравлические расчеты потоков, в данной работе рассмотрены только процессы на верхнем участке.

Верхний участок имеет многоузловое распределение стока. Здесь находятся три пойменные протоки, пять русловых рукавов, два крупных пойменных и четыре русловых острова, один перекат (рис. 2). Поверхность левобережной поймы на 2–4 м выше уровня воды.



Рис. 2. Речная сеть на верхнем участке (снимок 2008 г.)

Расстояние от истока протоки Еловая до ухвостья о. Красавец 4720 м. Средняя ширина Ангары 380 м, наименьшая – 220, наибольшая – 420 м. Ее глубины изменяются от 6,7 до 4,9 м соответственно в верхнем и нижнем створах участка. На перекате они снижаются до 2,7–3 м.

Гидротехнические сооружения представлены одним водозабором на протоке Еловая и пойменным карьером между верхним и средним участком. Гидротехнические работы по выборке гравия выполнялись в пойменных и русловых протоках, а также на перекате Суховское колено.

Самыми крупными пойменными островами являются Грановский и Монастырский, разделенные протокой Еловая. Длина о. Монастырский 2,5 км, наибольшая ширина – 600 м. Остров Грановский на 500 м короче о. Монастырский. У него своеобразная форма, напоминающая треугольник, с длиной основания 2 и высотой 1 км.

В устье протоки Еловая с 60-х гг. действовал гравийный карьер длиной более 1900 м. Самая широкая часть карьера имела длину 750 м, ширину до 550 м. В устье протоки был разработан о. Берёзовый длиной 570, шириной 100 и высотой 2 м. Остров восстанавливался в течение 25 лет. К 1985 г. его размеры в длину и ширину изменились. Он стал длиннее на 30 и шире на 100 м. Это свидетельство того, что в устье протоки уменьшились скорости течения и аккумуляровались мелкие частицы, которые поступали с верхней части карьера. Глубина карьера в межень была более 3,5 м. За пределами карьера ширина потока составляла 100–150 м.

В последние годы протока сузилась в карьере до 200 м, выше карьера до 70–90 м. Протока мелеет.

В 1973 г. при затоплении поймы паводком 1 % обеспеченности в прирусловой части о. Грановский отделились два острова. Один из них, который позднее получил название Дикий, имел длину 750 и ширину 150 м. В 100 м от него выше по течению образовался остров без названия с размерами 500 и 350 м. На рис. 2 показаны контуры этого острова. Между островами образовались протоки шириной от 100 до 150 м. В чрезвычайно маловодный период конца 70-х гг. протоки между тремя островами обсохли и острова соединились.

Через 10 лет между островами Дикий и Грановский снова образовалась протока. Ее ширина от истока до устья изменялась от 50 до 130 м при соответственном изменении глубин 0,1 и 2 м. Параметры протоки свидетельствуют о ее техногенном происхождении. Согласно правилам эксплуатации водотоков карьеры рекомендуются разрабатывать только в устьевой части проток или рукавов.

Размеры о. Дикий в 1992 г. были 850 м в длину и 260 м в ширину. К 2008 г. длина острова увеличилась до 1000 м, ширина – до 500 м. Вокруг острова образовалась обширная отмель.

Из р. Ангары напротив о. Грановский берет начало протока Иданская. Это самая длинная протока среднего участка. Ее плановое перемещение ограничено высоким склоном правого берега и дамбой обвалования вокруг Иданского карьера (см. рис. 1). Длина протоки 7,7 км. Ширина потока в истоке составляет 210 м, в устье – 180 м. Очертание протоки и ее ширина отличаются большой изменчивостью из-за карьеров в русле, размеры которых достигали 200 м в ширину и 700 м в длину. Ширина потока между карьерами уменьшилась до 25 м. В настоящее время многоводная ранее протока обмелела и превратилась в цепочку понижений, связанных течением, еле заметным на космическом снимке. Иданский карьер перекрыл несколько пойменных проток, сток которых раньше поступал из Ангары в Иданскую протоку.

Остров Красавец замыкает верхнюю часть исследуемого участка. Он разделяет Ангару на два коротких рукава: Суховское колено и Волковскую протоку. Левый рукав (Суховское колено) в 1,5 раза длиннее и на 1,5–2,0 м глубже правого рукава. Некоторые параметры потоков в рукавах, определенные по лоцманским картам и космическому снимку, приведены в табл. 1.

Дноуглубительные работы

Таблица 1 отражает закономерное изменение параметров потоков в двух рукавах, вызванных действием четырех факторов: дноуглублением, природными деформациями русла, регулированием стока, перекрытием пойменных проток.

Таблица 1

Параметры потока в рукавах о. Красавец

Годы	Суховское колено		Волковская протока	
	Ширина, м	Глубина судового хода, м	Ширина, м	Наибольшая глубина, м
1936	300/225	3,5/7,0	100/120	2,5/<2,5
1950	300/250	3,7/7,0	100/150	1,5/2,5
1960	320/250	2,4/5,0	110/150	2,5/2,5
1976	300/200	2,7/5,2	200/150	2,4/3,5
1990	280/200	3,0/4,9	250/180	1,8/2,7
2007–2008	300/210	3,0/нет данных	280/130	2,0/нет данных

Примечание. Цифры выше косой черты соответствуют параметрам потока в начале, ниже – в конце рукава.

В период с 1936 по 1950 гг. отсутствовало регулирование стока гидроузлом. Верхний участок находился в состоянии природных деформаций. После начала работы ГЭС максимальный расход в нижнем бьефе в 1964 г. превысил величину среднемаксимального расхода начального периода почти на 1000 м³/с. Наносы, отложившиеся в нижнем бьефе при размыве русла Ангары ниже канала, распределились по всему нижнему бьефу. Кроме того, добавились наносы из русла р. Иркут, устье которого врезалось, приспособляясь к снизившемуся базису эрозии. Летом уровни р. Ангары были ниже уровней р. Иркут. В течение 7 лет устье Иркуты размывалось.

Крупные частицы, поступившие в поток от размыва дна, берегов и островов, перемещались влечением по дну в стрежневой части потока. В большей степени уменьшились глубины на перекатах. Начались дноуглубительные работы на перекатных участках. В частности, на Суховском перекате после 1960 г. глубина была увеличена до проектного значения на 0,3 м. В это же время на 1 м была увеличена глубина в начале Волковской протоки.

В паводки редкой повторяемости 1971 и 1973 гг., когда максимальные расходы превышали 3000 м³/с, на стрежне р. Ангары глубины уменьшились на 1–3 м. На рассматриваемом участке они уменьшились на 2,5 м. Возобновились дноуглубительные работы. С 1964 по 1975 гг. объем дноуглубительных работ составлял 105,4 тыс. м³. С переката Суховское колено было удалено 38,4 тыс. м³ грунта, или 36 % объема наносов десятилетнего периода.

В конце 70-х гг. на многих реках Ангарского бассейна сформировалась очень низкая межень, минимальные расходы которой имели повторяемость 5 раз за столетие. Уменьшились сбросные расходы в нижнем бьефе ГЭС и расходы притоков р. Ангары, снизились глубины на перекатах, увеличились объемы дноуглубительных работ. Маловодный период продолжался 7 лет, в течение которых произошла полная сработка полезного объема водохранилища до уровня мертвого объема.

Для поддержания проектных глубин судового хода выполнялись повышенные объемы дноуглубительных работ как в маловодный 1977 г., так и в многоводный 1985 г. Объем работ на перекате за период 1977–1987 гг. составил 118,6 тыс. м³, что больше работ предыдущего десятилетия. За 23 года с поверхности Суховского переката было удалено 214 тыс. м³ грунта.

Дноуглубительные работы выполнялись также на перекате Грязнуха вдоль левого берега о. Лиственничный (см. рис. 1). Общий объем работ на двух перекатах за 26 лет составил 640 тыс. м³. Из этого объема доля работ на Суховском перекате составляет только 36 %.

Большая часть работ на обоих перекатах была выполнена в маловодный период после 1977 г. С 1990 до 2003 гг. дноуглубительные работы не производились.

Просадка уровней

Дноуглубительные и карьерные работы в русле р. Ангара и ее проток, а также перекрытие карьером пойменных протоков вызвали однонаправленное снижение уровней (просадку) (рис. 3).

Просадки определяются сравнением высоты уровней для выбранных величин расходов воды по перемещению кривых расходов воды по шкале уровней. Кривая расходов – это зависимость расходов от высоты уровней на гидростворе гидрометрического поста.

Измерения уровней и расходов р. Ангара производились в трех створах в районе г. Ангарска и одном створе за пределами города (табл. 2). Из них один створ находится на границе верхнего и среднего участков, другой – в нижней половине среднего участка и два – на нижнем участке. Три створа в настоящее время не работают. Действующим является створ р. Ангара – ст. Суховская, на котором расходы измерялись непродолжительное время. Сейчас это только уровеньный пост.

Суммарные просадки, определенные по тренду колебаний максимальных уровней летнего периода в створе р. Ангара – г. Ангарск за 15 лет составили 139 см, в створе р. Ангара – ст. Суховская за 19 лет – 47 см. Таким образом, за 44 года просадки достигли 186 см [4]. К этой величине необходимо прибавить просадку 2003 г., которая равнялась 18 см. После этого суммарная просадка, определенная по уровням максимальных расходов воды, составила 204 см.

Таблица 2

Гидрологические посты на исследуемом участке р. Ангара

Наименование поста	Период наблюдений, годы	Наименование поста	Период наблюдений, годы
р. Ангара – г. Ангарск (протока Кривая)	1940–1960	р. Ангара – с. Усть-Балей	1965–1981
р. Ангара – г. Ангарск (Грязнуха)	1962–1980	р. Ангара – ст. Суховская	1981–2009

Контролем полученной величины является разность отметок свободной поверхности в 1936 и 2006 гг. в одной и той же точке. По измерениям в 1936 г. отметка свободной поверхности у водозаборного канала на левом берегу р. Ангары напротив о. Лиственничный составляла 410,3 м. К 2006 г. отметка в той же точке снизилась до 408,3 м (см. рис. 1). Разность отметок 210 см подтверждает расчеты, приведенные выше.

Просадка уровней р. Ангары у г. Ангарска была в 2 раза больше просадки в створе плотины и в 3 раза больше, чем в створе р. Ангары – г. Иркутск.

По наблюдениям на водомерном посту ст. Суховская суммарное снижение уровней за последние 25 лет составило 65 см (см. рис. 3).

Ежегодные просадки в створе определялись по кривым расходов. Насколько сильным является воздействие дноуглубительных работ на состояние потока свидетельствует величина просадки после углубления судового хода на Суховском перекате в 2003 г. В этом году уровень всего за один год снизился на 17 см, что составляет 26 % суммарной просадки многолетнего периода после 1981 г.

Ориентировочно объем понижения дна в результате гидротехнических работ и естественного размыва дна на верхнем участке можно определить умножением трех величин: средней ширины р. Ангары (380 м), длины (4720 м) и суммарной просадки (0,65 м), что составляет 1166 тыс. м³. На долю дноуглубительных работ в этом объеме приходится 18 %. Остальные 82 % – это результат размыва дна потоком и увеличение русла при добыче песчано-гравийной смеси в русловых протоках.

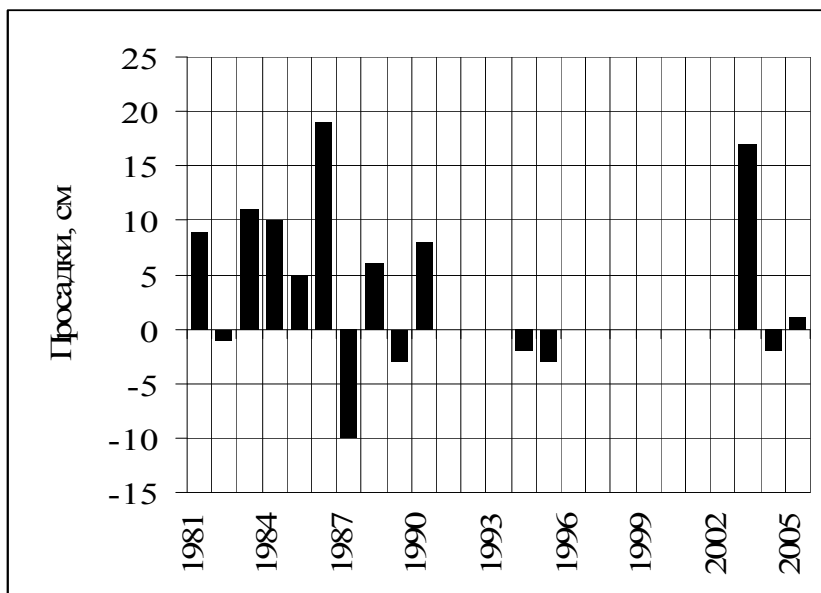


Рис. 3. Просадки в створе поста р. Ангары – ст. Суховская

При снижении уровня на 2 м затопление поймы возможно только при катастрофических паводках, если их уровни превышают отметки истоков пойменных проток. Следует отметить, что высота берегов пойменных проток около 2 м. С увеличением просадки затопляемость поймы уменьшается, что приводит к обмелению пойменных проток и объединению пойменных островов.

В 1990 г. была запрещена выборка гравия в русловых карьерах р. Ангара и русловых проток. Заносимость Суховского переката уменьшилась, и в течение 12 лет на нем не выполнялись дноуглубительные работы.

Изменение русловой сети и поймы после 1936 г.

Сравнение современных размеров русла и островов с их размерами в 1936 г., когда русловые процессы не изменялись деятельностью человека, приведено в табл. 3 и 4.

За последние 70 лет длина р. Ангара на верхнем участке увеличилась на 23 % из-за увеличения кривизны русла. Искривление русла оценивается коэффициентом извилистости, который равен отношению длины русла к длине прямой между крайними створами русла. Кривизна русла р. Ангара увеличилось на 26 %. Увеличилась длина не только самой Ангара, но и русловых и пойменных проток, кроме Волковской протоки.

Уменьшилась ширина русла р. Ангара и протоки Суховское колено. Протока Волковская расширилась в 2 раза, как в результате карьерных работ в ее устье, так и за счет расходов пересохшей протоки Иданская. В два раза уменьшилась ширина протоки Еловая, в которой много лет добывался гравий. На 70 м сузилась протока между островами Дикий и Грановский, где в 50–60-е гг. добывался гравий, за счет чего искусственно поддерживалась ширина протоки.

Таблица 3

Параметры потоков верхнего участка в 1936 и 2008 гг.

Водные объекты	Длина, км	Уклон, м/км	Наибольшая ширина, м	Коэффициент извилистости
р. Ангара	3,8/4,7	0,29/0,26	520/486	1,08/1,37
Протока Суховское колено	1,4/1,5	Измерения отсутствуют	300/288	1,40/1,37
Протока Волковская	0,9/0,9	Измерения отсутствуют	80/175	1,0/1,0
Протока Еловая	4,2/4,5	0,20/0,18	400/190	1,56/1,60

Примечание. Цифры над косой чертой относятся к 1936 г., под чертой – к 2008 г.

Таблица 4

Изменение размеров островов за период с 1936 по 2008 гг.

Наименование острова	Тип острова	Длина, м	Наибольшая ширина, м	Площадь, км ²
Красавец	русловой	820/780	440/370	0,26/0,25
Дикий	русловой	1000/730	500/260	0,55/0,14
Грановский	пойменный	2400/1900	1300/1840	3,12/3,50
Берёзовый	пойменный	500/630	100/260	0,05/0,16

За 72 года произошло уменьшение ширины и длины русловых островов. Из двух русловых островов больше всего изменился о. Дикий. Он стал короче на 270 м и уже на 240 м. При этом площадь острова уменьшилась в четыре раза в результате карьерных работ вдоль его левого берега и размыва правого берега течением р. Ангары (см. табл. 4).

Наибольшие изменения произошли с пойменными островами Грановский и Берёзовый. Увеличились площади обоих островов. Более чем в 3 раза увеличилась площадь о. Берёзовый после образования обширной отмели в устье протоки Еловая.

Плановые деформации речной сети и поймы

Для определения плановых деформаций русла и поймы выполнено совмещение очертаний русла и пойменных массивов за два периода наблюдений: 1936–1963 (рис. 4, а), 1964–2008 гг. (рис. 4, б). В первый период продолжительностью 24 года вошли годы до начала регулирования стока и первые 7 лет работы ГЭС.

Наполнение водохранилища началось в 1956 г. и закончилось в 1962 г. Уровень водохранилища поднялся до проектной отметки нормального горизонта водохранилища (НПГ). В этот период в нижний бьеф сбрасывались небольшие расходы воды, необходимые для поддержания судоходных глубин и нормального санитарного состояния реки. Расходы, которые проходили через турбины ГЭС, не содержали наносов. Раньше они перемещались в толще потока и влечением по дну. Поток без наносов обладает повышенной размывающей способностью по сравнению с природным состоянием реки.

Начались деформации размыва берегов пойменных и русловых островов, разработка пойменных протоков (см. рис. 4, а). Острова размылись на 120–140 м в глубь острова. Скорость размыва достигала 17–20 м/год.

На верхнем участке вода поступала в протоку Иданская через два рукава. Один из них образовался при размыве левого берега о. Подкаменный (см. рис. 4, а).

В верхней части о. Грановский образовалась протока шириной 100–140 м, которая отрезала часть острова, уменьшив его длину на 500 м. В целом с 1957 до 1963 гг. на верхнем участке преобладали процессы размыва берегов русла р. Ангары.

После запрета карьерных работ в русле Ангары уменьшилась заносимость Суховского переката, после чего на нем не выполнялись дноуглубительные работы в течение 12 лет.

Гидрологические параметры верхнего участка р. Ангары

Для определения гидрологических характеристик использованы топографические карты, крупномасштабные русловые съемки, лоцманские карты, аналитические методы расчета.

Одной из наиболее значимых и редко определяемых характеристик является уклон водной поверхности (табл. 5). Наибольшей информативностью отметок отличается съемка 1936 г.

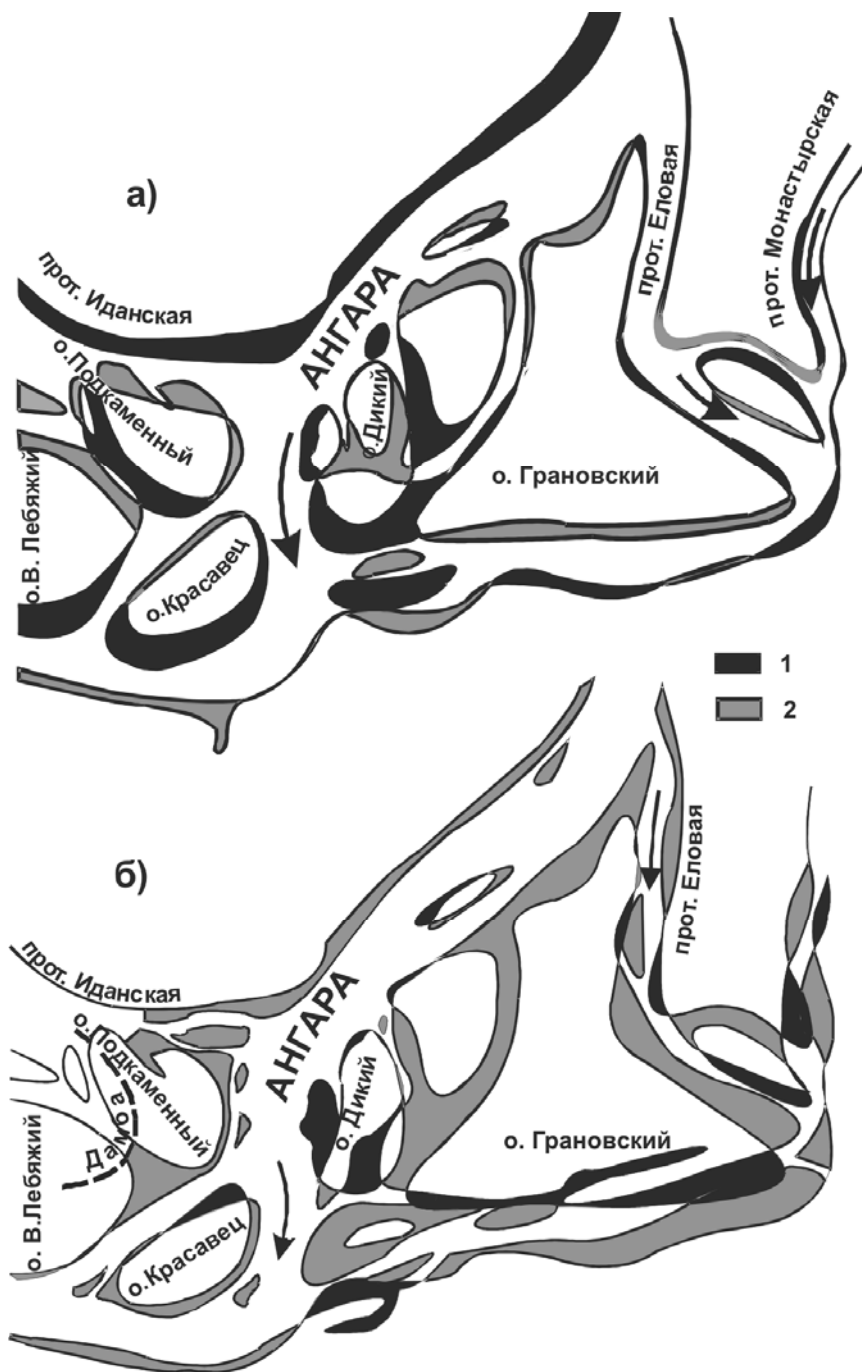


Рис. 4. Плановые деформации русла и поймы р. Ангары на верхнем участке:
 а – 1936–1963 гг., б – 1964–2008 гг.

1 – площади размыва берегов, 2 – площади аккумуляции наносов

Таблица 5

Уклоны свободной поверхности, м/км

Наименование водотока	1936 г.	1950 г.	1981 г.	1994 г.	2001 г.
Однорукавное русло выше о. Красавец	0,29	0,28	0,45	0,40	0,39
Суховское колено	0,28	Отсутствие данных	0,35	0,37	0,39
Протока Волковская	0,34	Отсутствие данных	0,40	0,60	0,44
Протока Еловая	0,44	0,41	0,15	0,14	0,15

Особенно важно это для данного участка, где отсутствуют стационарные гидрометрические измерения. Уклоны поверхности потока рассчитаны по отметкам урезов воды топографических карт.

В таблице выделены уклоны протоки Еловая в период выборки песчано-галечной смеси в карьере. По сравнению с 1936 г. уклон уменьшился в 3 раза и оставался без изменения в течение 28 лет.

В 1981 г. уклоны в однорукавном русле р. Ангары выше о. Красавец повысились на 55 %. В следующие годы происходит уменьшение уклонов с интенсивностью 0,1 м/км каждые 15 лет. Такое возможно только при одностороннем углублении русла, увеличении длины и кривизны русла.

Уклоны свободной поверхности р. Ангары на однорукавном участке выше о. Красавец использованы для определения ее пропускной способности (расходов воды) в природном и антропогенном состояниях.

Расчет расходов выполнен по формуле Шези

$$Q = wC\sqrt{hi},$$

где Q – расход воды, м³/с; w – площадь поперечного сечения, C – параметр Шези; м^{0,5}/с; h – средняя глубина в поперечном сечении, м; i – уклон свободной поверхности. Параметр Шези, который зависит от гидравлической шероховатости дна n и глубины потока h , определялся по рабочей формуле Маннинга

$$C = \frac{1}{n} h^{1/6}.$$

Площадь поперечного сечения, ширина потока, средняя и наибольшая глубины определялись по русловым съемкам в створах через 200 м и осреднялись по длине потока каждой съемки (табл. 6).

Для верификации расхода 2070 м³/с использованы расходы летнего периода 1990 г. четырех рек: Ангары в створе ГЭС, Иркута, Куды, Ушаковки. Расходы четырех рек, соответствующие уровню 65 см, суммировались. Уровень 65 см является проектным судоходным уровнем, от которого находятся глубины при русловой съемке. В 1990 г. было три дня с таким

уровнем (3 VII, 10 VIII, 24 VIII). Суммарные расходы каждого из трех дней измерений составляли 2045, 1985, 2002 м³/с. Это на 3–6 % меньше расхода 2070 м³/с, что не превышает допустимой погрешности измерения и вычисления среднесуточных расходов воды.

Выполнено сравнение расходов воды в русле Ангары и пойменных проток (табл. 6, 7).

До начала занесения проток расходы воды одноруканного русла увеличивались ежегодно в среднем на 12 м³/с. После 1964 г. пропускная способность русла увеличивалась на 26 м³/с за год, т. е. более чем в 2 раза.

Последняя русловая съемка верхнего участка выполнена в 2007 г. Речная сеть представлена р. Ангарой, одной пойменной и тремя русловыми протоками.

Измерения 2007 г. показали увеличение пропускной способности протоки Еловая после 2003 г. в результате расчистки русла для улучшения работы водозабора в вершине изгиба протоки.

Расходы проток и основного русла за все годы русловых съемок определены балансовым способом, основным условием которого является равенство расходов притока к узлу разветвления потока расходам оттока из узла. По данным глубин, измеренных в 2007 г., получены следующие результаты.

Расход протоки между островами Дикий и Грановский составляет 177 м³/с, протоки Суховское колено – 1050, Волковской протоки – 800, протоки Еловая – 220 м³/с.

Сравнение расходов воды пяти периодов позволяет оценить динамику снижения водности пойменных проток (см. табл. 7).

Таблица 6

Изменение пропускной способности одноруканного русла р. Ангары

Годы	B , м	h_{cp} , м	$h_{наиб}$, м	W , м ²	i , м/км	n	Q , м ³ /с
1936	392	2,20	4,61	877	0,30	0,025	1030
1963	509	2,39	5,33	1100	0,30	0,027	1370
1976	382	2,69	5,13	1166	0,40	0,027	1680
1990	382	2,90	5,69	1370	0,40	0,027	2070
2007	346	3,05	4,74	1040	0,50	0,027	1850

Таблица 7

Изменение пропускной способности пойменных проток

Годы	Расход р. Ангары, м ³ /с	Расход пойменных проток, м ³ /с	Доля пойменных расходов, %	Временной интервал, число лет	Изменение доли проток, %/год
1936	1030	1040	50,2		
1964	1370	700	33,8	28	0,57
1976	1680	390	19,0	12	1,23
1990	2070	0	0	14	1,36
2007	1850	220	10,6	17	0,62

Начиная с 1992 г. по 1995 г. расходы на верхнем участке превышали 2700 м³/с. В сентябре 1994 г. расходы превысили эту величину. В течение 20 суток они изменялись от 3000 до 3500 м³/с. В следующем году расходы увеличились до 4200 м³/с. Повышенная водность продолжалась 28 суток. На приплотинном участке произошел размыв дна. Уровни в створах постов Иркутская ГЭС и г. Иркутск снизились на 30 см [4].

Ниже по течению и, в частности, на исследуемом участке длительное воздействие высоких расходов не вызвало размыва русла, а привело к повышению отметок дна. Доказательством являются отрицательные просадки на посту ст. Суховская в 1993 и 1994 гг. (см. рис. 3). Из этого можно сделать вывод, что высокие расходы воды не вызвали деформаций размыва даже при концентрации всего стока в пределах русла Ангары.

Заключение

Анализ многолетнего изменения характеристик потока приводит к следующим выводам.

В природных условиях развития руслового процесса по типу русловой и пойменной многорукавности р. Ангара отличалась устойчивостью русла. Пойменные протоки пропускали половину общего расхода воды.

В первые годы работы ГЭС произошли размывы берегов р. Ангары и островов в ее русле.

После 1964 г. деформации размыва сменились деформациями намыва. Выборка гравия в русловых карьерах, дноуглубительные работы вызвали продолжительное снижение уровней (просадку), которая на исследуемом верхнем участке достигла 2 м.

Снизился уровень и частота затопления поймы, уменьшились расходы воды в пойменных протоках вплоть до их пересыхания. В два раза увеличились расходы воды в русле р. Ангары.

Укрупнились пойменные острова.

После прекращения работы карьеров в русле р. Ангары начались аккумулятивные процессы в русловых и пойменных протоках.

Увеличилась длина и кривизна русла Ангары в пределах верхнего участка.

Началась смена типа руслового процесса. В будущем в периоды повышенных расходов сброса в нижний бьеф продолжится занесение русла с образованием осередков и островов, что характерно для русловой многорукавности. Возможен переход к русловому процессу побочного типа. Условием перехода к этим типам процесса является поступление на участок большого количества наносов, что и наблюдается после начала работы ГЭС.

До 1990 г. основными факторами воздействия на русло являлись гидротехнические работы в русле и протоках, пойменный карьер Иданский, регулирование стока Иркутской ГЭС. В дальнейшем главную роль в деформациях дна и берегов Ангары будет играть ГЭС и расчистка русла реки и проток.

Список литературы

1. Карта реки Ангара от Иркутской ГЭС до устья реки Белая. – Иркутск : Вост.-Сиб. бассейновое управление пути, 1979. – 45 с.
2. Карта реки Ангара от Иркутской ГЭС до 142 км. – Иркутск : Гос. предприятие «Водные пути Вост.-Сиб. бассейна», 1994. – 70 с.
3. Лоцманская карта реки Ангары от Иркутской ГЭС до Макарьево. – Иркутск : Вост.-Сиб. бассейновое управление пути, 1965. – 29 с.
4. Мазур Г. С. Просадка уровней в нижнем бьефе Иркутской ГЭС // Тр. Вост.-Сиб. отд.-ния АПВН. – Вып. 2. – Новосибирск : Наука, 2005. – С. 118–129.
5. Навигационная карта реки Ангары от истока до Братска. – Иркутск : Вост.-Сиб. бассейновое управление речных путей, 1939. – 96 с.
6. Южное Прибайкалье : атлас. – Иркутск : ФГУП «Вост.-Сиб. аэрогеодезическое предприятие», 2008. – 65 с.

Работа выполнена при поддержке гранта ФЦП 2009-1. 1-154-069-005 «Проведение научных исследований коллективами научно-образовательных центров в области географии и гидрологии суши».

The State of the River Bed and the Floodlands of Angara River in Angarsk City Proximity for the Last 70 Years

G. S. Mazur

Annotation. Reviewed the changes in water discharges of Angara river and its floodland streams under the influence of the several anthropogenic factors in the lower pool of Irkutsk hydroelectric power plant, such as: river bed development in quarries, dredging, power plant water discharge regulation, floodland quarry. Completed the assesment of the separate factors and totality of factors influence.

Key words: river bed, floodlands, dredging, quarry, water level decline, the planned deformations, the deposit accumulation, floodland islands, discharge chart, river bed transformation.

*Мазур Галина Степановна
Иркутский государственный университет
664003, Иркутск, ул. К. Маркса, 1
доцент кафедры гидрологии и охраны
водных ресурсов географического факультета
тел. 52-10-72*