

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»
(РГГМУ)

Допущена к защите

Зав. кафедрой к.г.н., доцент

 Д.И.Исаев

20.06.2016

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА
Русловые процессы р. Суджа

Выполнила

Н.Ю. Каштанова,
гр. Г-412

Руководитель

к.г.н., доцент
Д.И.Исаев


20.06.16

Санкт-Петербург 2016

СОДЕРЖАНИЕ

	Содержание	
	Сокращения	
	Введение	
1	Физико-географическое описание исследуемого района	
2	Общая характеристика свободного меандрирования	
2.1	Общая схема развития излучин	
2.2	Основные элементы излучин	
	Формы подмыва берегов	
2.4	Формирования пляжа	
3	Методика палеографического анализа свободного меандрирования	
4	Образование и сроки формирования береговых валов р. Суджа в районе городского стадиона слободы Замостье города Суджи	
4.1	Формирование береговых валов	
4.2	Определение сроков плановых деформаций	
4.3	Исследования прирусловых валов на участке р.Суджа	

Сокращения

р. - река

вв - веков

РАН – Российская Академия Наук

м - метр

СССР –Союз Советских Социалистических Республик

м/с – метр в секунду

куб –

⁰ - градус Цельсия

г –год

л.н. –лет назад

тыс. –тысячи

км - километры

Введение

Темой исследования выпускной работы является изучение руслового процесса на реке Суджа на участке слободы Замостье города Суджа в Курской области, палеографический анализ свободного меандрирования и исследование образования береговых валов на данном участке.

Актуальность проблемы определяется обнаружением в окрестностях города Суджа, в том числе на исследуемом участке, древних кладов антов, относящихся к периодам V-VII вв. Клады были обнаружены в результате археологических экспедиций (2012-2015гг) под руководством научного сотрудника Отдела археологии эпохи великого переселения народов и раннего средневековья РАН, кандидата исторических наук В.Е.Родинковой.

В районе городского стадиона Суджи клад был найден на месте береговых валов, образованных в результате свободного меандрирования р. Суджа, и представлял собой набор ломанных вещей и предметов утвари, мужских и женских украшений и элементов одежды. Ответив на вопрос образования береговых валов, можно будет дать оценку месту обнаружения клада, и сказать, был ли он перенесен на данный участок водным потоком или хранился там статично с прошлых лет.

На современных космических снимках хорошо прослеживаются веера перемещения береговых валов в результате русловых деформаций (приложение 1 – карта Google). В ходе археологической экспедиции в июле 2015 года нами были исследованы русловые процессы на участке реки Суджа на территории расположенного городского стадиона.

Глава 1. Физико-географическое описание исследуемого района

Суджа - река в Курской области России, правый приток реки Псел. Протекает по территории Большесолдатского и Суджанского районов.

Характерные черты рельефа исследуемой территории в целом обусловлены ее расположением в юго-западной части Среднерусской возвышенности. Это приподнятая равнина, расчлененная сетью речных долин и крупных балок. Отложения водоразделов, коренных берегов и террас представлены в основном глинами и суглинками, поймы сложены преимущественно песками и супесями. В поймах близко к поверхности залегают грунтовые воды, которые обуславливают их заболоченность. Климатическая зона, в пределах которой располагается область – лесостепь.

Непосредственно исследуемые участки в нижнем течении р. Суджа и при впадении ее в р. Псел характеризуются сложной ландшафтной ситуацией. Обширная пойма Суджи шириной до 500 м– высокая, имеет сравнительно ровную поверхность, покрыта преимущественно развитой высокой луговой растительностью. Толщина почвенного покрова варьирует от 0,4 до 0,8 м. На пойме имеются следы сельскохозяйственной обработки земли. Коренные берега сильно изрезаны оврагами и балками.

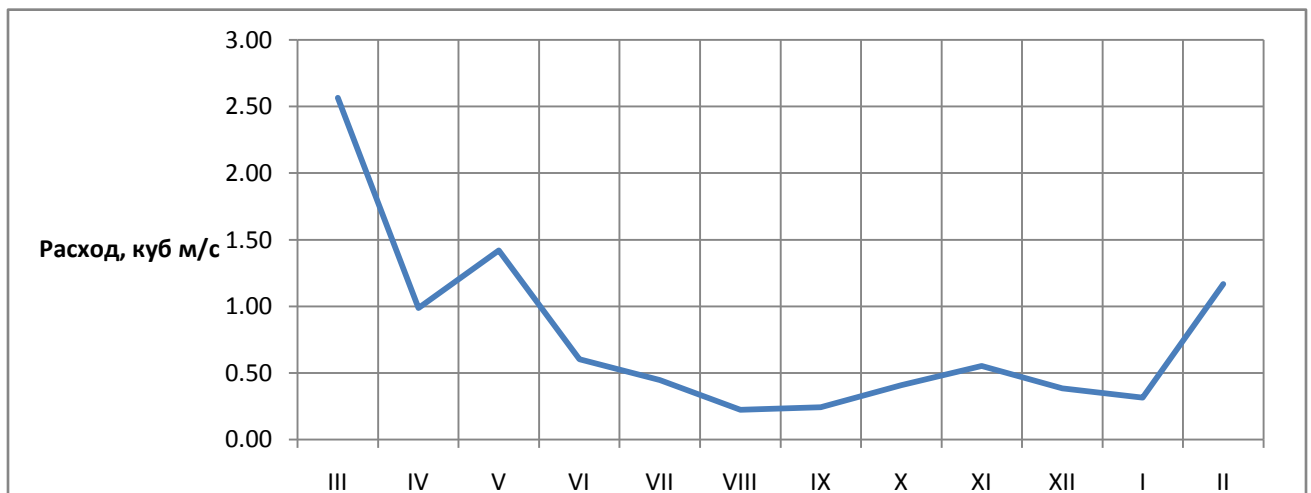


График 1. Внутригодовое распределение стока р. Суджа

Русло реки извилистое, на значительном протяжении заросшее кустарником и тростником, берега суглинистые. Течение слабое, 0,1-0,15 м/с. На участках поймы, тяготеющих к коренным берегам, наблюдаются многочисленные староречья. По первичным оценкам, на современной пойме имеется микрорельеф, связанный с эрозионными процессами (останцы надпойменной террасы, имеющие различную площадь и высоту над урезом воды).

Сток воды весьма неравномерно распределен внутри года. Меженные расходы воды не превышают 1 куб.м/с. Вместе с тем, расходы весеннего половодья в 1952, 60, 70,71 годах превышали 150 куб.м/с, что несомненно приводило к выходу воды на пойму.

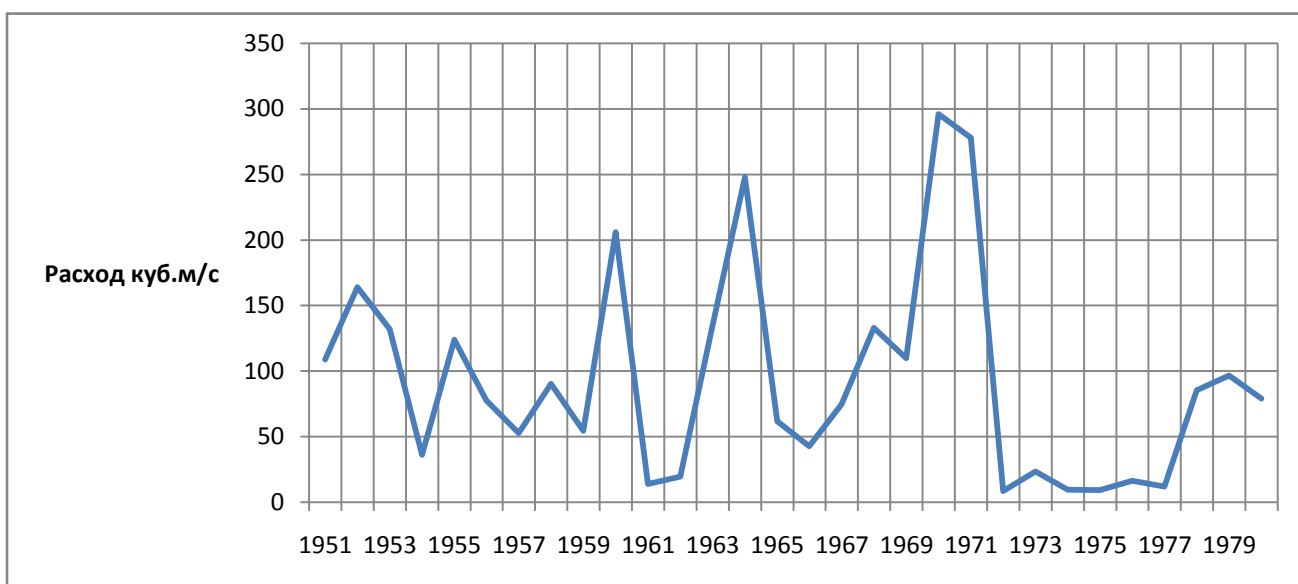


График 2. Расходы весеннего половодья р. Суджа

Однако в почвенных шурфах не фиксируется слоистое строение современных почв, характерное для условий периодического затопления пойм. Возможно, это связано с особенностями и высокими темпами почвообразовательных процессов на пойме Суджи.

В настоящее время темпы планово-высотных деформаций русла весьма невысоки. Это связано, видимо с общей деградацией речной системы малых

водотоков юга Курской области. Вместе с тем хорошо разработанные долины рек свидетельствуют об интенсивной работе речных потоков в прошлом.

Таким образом, природная доминанта и один из основных факторов формирования рельефа исследуемого региона – река Суджа. Она имеет меандрирующее русло, ее пойма изобилует старичными протоками, озерами, болотами и т.д. Это свидетельствует, что расположение русла Суджи изменялось с течением времени. Изучение динамики русловых процессов позволит в определенной степени реконструировать древний рельеф и «привязать» к нему археологические памятники.

Особенности освоения территории человеком в разные эпохи напрямую связаны с местоположением русла, уровнем воды в реке, режимом увлаженности и прочими гидрологическими характеристиками.

Глава 2. Общая характеристика свободного меандрирования

2.1. Общая схема развития излучин

Как известно, свободное меандрирование формируется на участках реки, где склоны речных долин не сдерживают передвижение русла реки в плане. При свободном меандрировании встречается более многообразные формы и деформации излучин, чем при несвободном меандрировании.

Ключевым показателем свободного меандрирования оказывается появление установленных и завершенных этапов изменения излучин. Они проявляются в том, что излучины проходят хронологические циклы своего развития от начальной стадии, приближенной к слабовыраженной синусоиде, а порой и фактически ровного участка, до извивающихся очертаний на карте, после чего плановые деформации заканчиваются прорывом перешейка петли из-за конвергенции противоположных берегов данного перешейка. По окончании прорыва перешейка излучина отторгается от речного русла, со временем

преобразуется в старицу и отмирает. Новообразовавшийся в итоге спрямления петли русла сравнительно прямолинейный отрезок становится меандрирующим и весь цикл формирования излучины дублируется. В зависимости от угла подхода смежной излучины к участку прорыва следующий цикл может продвигаться в том же направлении, в котором излучина проходила до прорыва, а может развиваться в противоположную сторону.

Плановые деформации русла на отрезке со свободным меандрированием формируются неравномерно, по этой причине даже смежные излучины могут оказаться в различных стадиях формирования.

На начальных этапах развития излучин наблюдается их сползание, похожее на то, которое протекает при ограниченном меандрировании. При увеличении угла поворота 120^0 - 150^0 сползание излучин начинает заменяться их разворотом вокруг точек, близких к перегибам русла. Таким образом, если учитывать низовую половину какой-либо излучины и верховую половину нижеследующей, то их деформации в плане представляют собой поворот S-образной фигуры, вокруг зафиксированной в пространстве узловой точки. Расположение данной точки в пространстве фиксируется условно, потому что она может перемещаться относительно точки перегиба средней линии русла.

При форсировании излучины от сползания к развороту ее контуры еще симметричны, но после этого излучина становится ассиметричной. В результате излучина принимает неправильное овальное очертание.

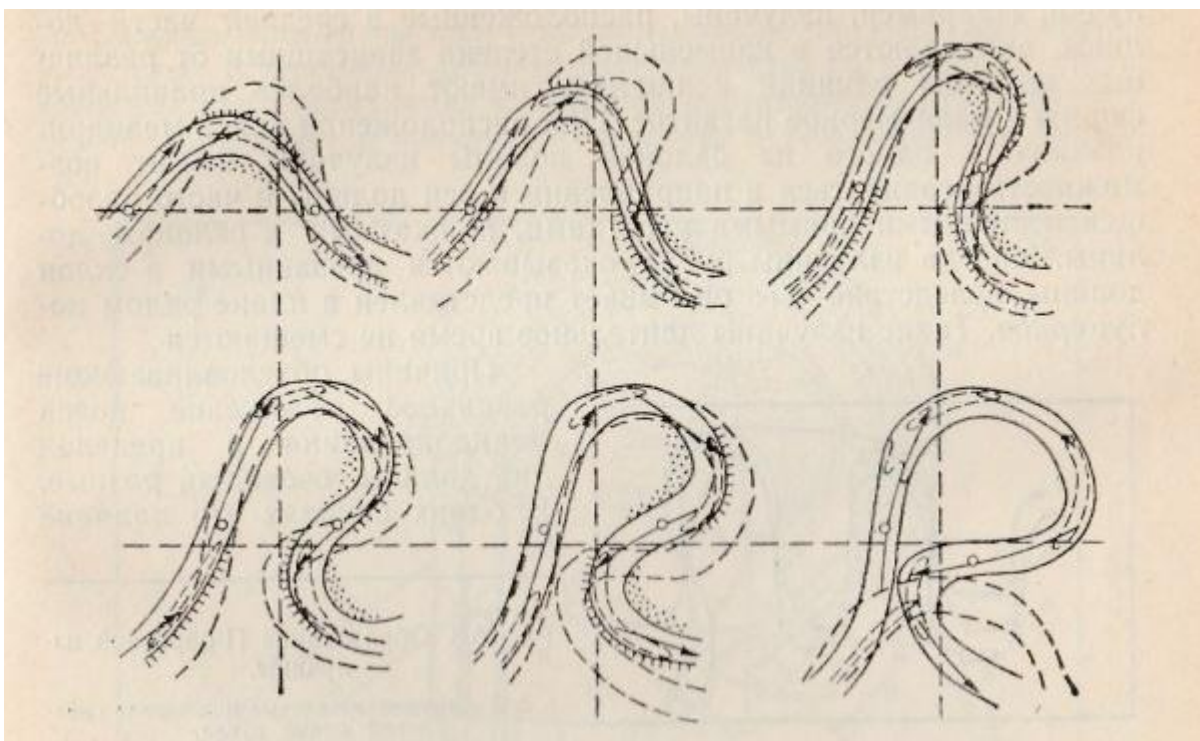


Рис.1. Последовательное положение излучин в ходе свободного меандрирования

На рис.1 представлены последовательные положения свободно развивающейся излучины. С возрастанием асимметрии излучины появляются благоприятные предпосылки к раздвоению плёсов и увеличению их количества. Число плёсов на излучине прямо пропорционально ее асимметрии. Широко известны случаи, когда между точками перегиба излучины были расположены до 6-8 плёсов.

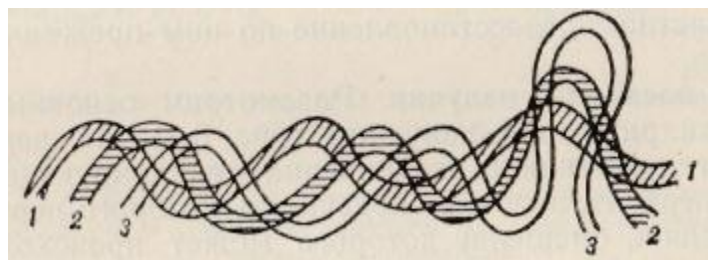


Рис. 2. Образование пальцеобразной излучины вследствие напоязания смежной излучины (1,2,3 – последовательные положения).

Не обязательно излучины в процессе своего развития получают овальные контуры. В результате неритмичности развития смежных излучин вероятно напознание верхней излучины на нижнюю, и последняя может сформировать сильно вытянутое, как бы пальцеобразное очертание (рис.2).

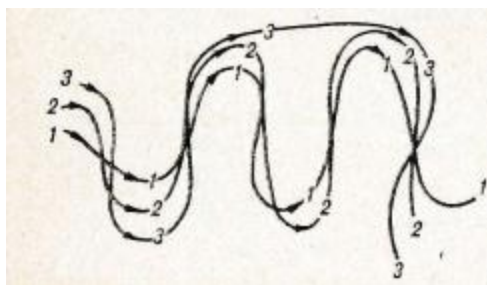


Рис. 3. Образование П-образной излучины (1,2,3 – последовательные положения средней линии русла).

В процессе меандрирования могут формироваться и другие формы плановых очертаний излучин, которые необходимо рассматривать как временные. Например, в итоге прорыва перешейка между удачно сложенными излучинами возможно соединение двух излучин в единую, крупную излучину с П-образным очертанием (рис. 3). Подобная излучина не сможет относиться к устойчивым. Выпрямленный участок станет со временем меандрировать, и русло вернется к очертаниям излучин, которые были до их объединения.

Возможны также варианты, когда присутствие в пойме останца может привести к тому, что наступающие на него излучины русла начинают сдавливать наподобие пружины.

Значительное влияние на ход развития излучин имеет соотношение между характером пояса меандрирования и пойменного потока во время половодья. При этом в итоге прорыва

Отдельных петель русла пояс меандрирования может менять свое положение в пределах дна долины. Это обстоятельство, очевидно, должно

сказываться на характере развития и взаимодействия излучин. Например, излучины, расположенные в средней части долины, оказываются в наименьшей степени зависящими от различных внешних влияний и поэтому имеют наиболее правильные формы и равномерное развитие. При расположении пояса меандрирования у одного из склонов долины излучины имеют возможность развиваться в направлении к оси долины и часто разобщены длинными прямыми участками, прижатыми к склонам долины. Иногда излучины русла оказываются врезанными в склон долины, вследствие чего он бывает представлен в плане рядом полуцирков. Такие излучины длительное время не смещаются.

Причины, обуславливающие различное положение пояса меандрирования в пределах дна долины, очевидно, разные. В одних случаях это влияние кориолисовых сил, в других – тектоническое поднятие и опускание участков дна долины, в-третьих – прорыв петель русла.

К сожалению, вопрос о влиянии положения пояса меандрирования на развитие излучин исследован мало. Надо отметить, что в этом отношении многое может дать дешифрирование аэрофотоснимков, в частности, восстановление по ним прежних положений русла.

2.2. Основные элементы излучин

Рассмотрим основные элементы свободно меандрирующей излучины (рис. 4). На верхнем перегибе русла, так же как у ограниченно меандрирующей излучины расположен пережат, низовая оконечность которого переходит в неподвижный пляж, смещение которого может происходить только при смещении всей излучины в целом. В низовой точке перегиба русла излучина замыкается также пережатом, принадлежащим уже нижеследующей излучине.

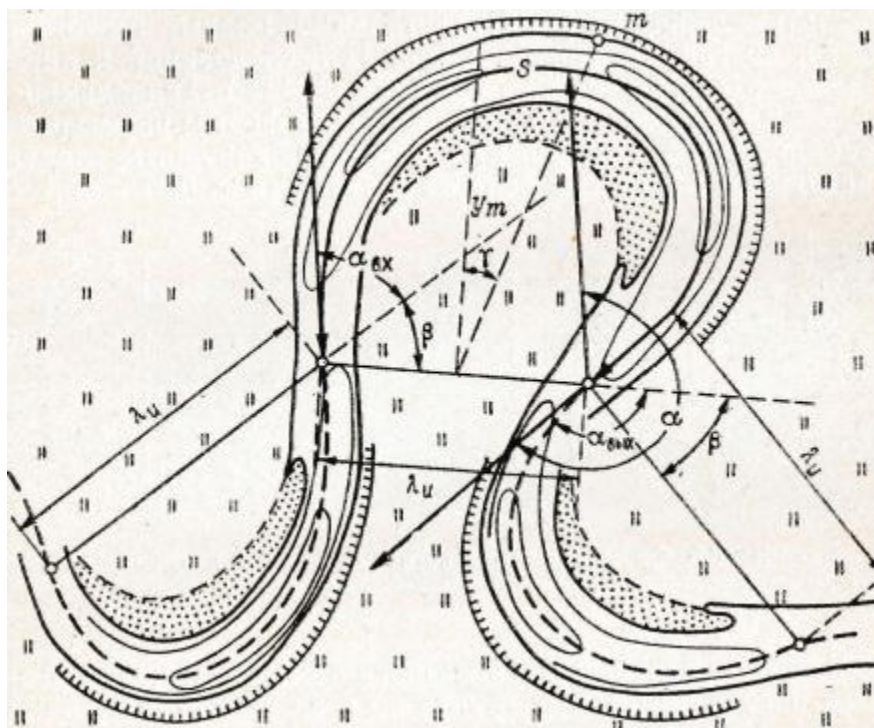


Рис. 4. Схема свободно меандрирующей излучины с показанием ее основных элементов (λ_u - шаг излучины, S —длина излучины, α – угол разворота, $\alpha_{вх}$ – угол входа, $\alpha_{вых}$ – угол выхода, β – угол сопряжения излучин, y_m —высота излучины, $\text{tg}\gamma$ —показатель асимметрии).

В отличие от ограниченного меандрирования плес, расположенный ниже подвалья верхового переката, находится в нижней части вогнутого берега излучины только в начальной стадии ее развития, благодаря чему она имеет возможность сползать. По мере разворота излучины плес смещается в верхнюю ее часть. По мере дальнейшего развития излучины возникают дополнительные плесы, которые, однако, уже не являются подвальем верхового переката. Разделяющие эти плесы относительно мелководные участки называются перевалами. Перевалы обычно глубже перекатов. Режим этих морфологических образований в излучинах исследован еще слабо.

Важным элементом излучины является ее подмываемый вогнутый берег. В плановых деформациях излучины он играет ведущую роль, так как аккумуляция

наносов на противоположном выпуклом берегу происходит в результате того, что в ходе смещения вогнутого берега здесь образуется зона со слабыми течениями и, следовательно, благоприятные условия для накопления наносов.

Ведущая роль вогнутого берега в смещении излучин может быть нарушена в межень и в низкие половодья. В этом случае скопление наносов у одного из берегов может вызвать стеснение потока и усиленный размыв противоположного берега.

2.3. Формы подмыва берегов

Изучение форм подмыва берегов имеет особое значение для изучения режима плановых деформаций речного русла и установления их связей с определяющими факторами.

Формы размыва вогнутых берегов речных излучин достаточно разнообразны как в плане, так и по высоте берегового откоса. Выявить строгое соответствие форм размыва берега определяющим факторами затруднительно, поскольку эти формы обусловлены разными причинами: особенностями скоростного поля потока, особенностями водного режима, составом и характером напластования подмываемой толщи аллювия, волновыми воздействиями, условиями стекания воды с затопленной поймы, характером растительного покрова на ней.



Рис. 5. Формы подмыва вогнутых берегов излучин в поперечном сечении (сверху) и в плане (снизу).

Используя аэрофотоснимки, детальные планы, геологические профили и другие материалы натурных исследований и наблюдений, правда все же еще малочисленных, М.М.Гендельман попытался выявить существующие на реках формы размыва вогнутых берегов речных излучин. Ему удалось обнаружить следующие типы разрушения вогнутых берегов излучин (рис. 5).

Первый тип разрушения характерен тем, что в половодье наблюдается постепенный смыв грунта по всей высоте и длине вогнутого берега. Максимум смыва обычно располагается в районе вершины излучины, там, где берег встречает течение. Такое разрушение берегового откоса является результатом прямого воздействия потока на грунты, слагающие толщу подмываемого берега, которые, как правило, имеют большие углы естественного откоса.

Одним из признаков такой формы подмыва берегового откоса служит свисание с него дернины, из-под которой в период высоких вод вымыт грунт.

Описываемая форма размыва вогнутого берега излучины обнаружена на реках с поймой, сложенной преимущественно русловой фацией аллювия, в начальной стадии свободного меандрирования или при ограниченном меандрировании.

Второй тип размыва вогнутого берега речной излучины отличается тем, что смещение бровки берега происходит в результате сползания берегового откоса по всей его высоте, вследствие переуглубления дна русла у подножия откоса. Переуглубление дна может быть обусловлено набеганием на берег течения, местными вихревыми образованиями, например, образованием вихрей с вертикальной осью вращения у вогнутого берега. Подобные вихри исследовались В.А.Виноградовым на р.Полометь.

Одной из причин переуглубления русла и последующего обвала берега может быть и перемещение по руслу крупных гряд, вызывающих на спаде

паводка местное отклонение струй в направлении вогнутого берега. Этим объясняется явление дейгиша на р.Амударье.

Третьим и очень распространенным типом размыва вогнутого берега излучины является подмыв низовой части откоса с последующим внезапным обрушением берега. Разрушение вогнутого берега при этом типе размыва проходит несколько стадий. В начальной стадии наблюдается постепенный подмыв нижней части берегового откоса. Иногда он начинается с образования ниш подмыва. Затем эти ниши объединяются, и после этого происходит обрушение склона. Подготовительные стадии развития могут идти длительное время, а обрушение может быть внезапным. При этой форме подмыва берега трудно ожидать прямых связей скоростей плановых деформаций с расходами воды (размерами половодий), а сам обвал берега может произойти и в межень. Образование ниш подмыва может быть связано и с гидравлическими, и с геоморфологическими факторами. К первым можно отнести сосредоточенное набегание струй потока на участок берегового откоса, а к геоморфологическим следует отнести неоднородность отложений в берегах рек, явления суффозии, неравномерного оттаивания грунтов, колебания депрессионной кривой грунтовых вод на пойме и др.

При описываемой форме подмыва берегового откоса строение пойменной толщи характерно наличием развитой и мощной пойменной фации аллювия, представленной суглинками или глинистыми отложениями, и маломощной русловой фации, представленной песками. Подмыв нижней части берегового откоса обнаружен в условиях свободного и незавершенного меандрирования.

При четвертом типе переработки вогнутого берега излучины размывается верхняя пойменная часть берегового откоса. Эта форма размыва встречена на участках пойм с резко различной по крупности русловой и пойменной фациями аллювия, где пойменная фация представлена супесями и суглинками, а русловая –

галькой и гравием. Эти условия благоприятны для образования на береговом откосе террасы, сложенной крупнозернистой русловой фацией аллювия. На крупных реках с развитыми волновыми явлениями (ветровая волна, судовая волна) и длительным стоянием уровня на одной отметке также часто образуются небольшие терраски, число которых соответствует числу периодов с длительным устойчивым стоянием уровня воды. Наконец, террасированный склон может быть обусловлен воздействием ледохода, если он проходит при устойчивых уровнях воды.

В качестве пятого типа размыва берега речной излучины выделяется так называемый прикрытый размыв, который может встречаться и при втором, третьем и четвертом типах переформирования берегов излучин.

При этой форме размыва берега обрушившаяся или сползшая вниз по откосу масса грунта способна прикрывать размыв берега. Продолжительность периода, в течение которого обвалившиеся массы грунта будут прикрывать размыв, может быть различной, от нескольких дней до нескольких лет.

Прикрытый размыв может наблюдаться и в случае прохождения по руслу реки больших скоплений наносов, например, побочней. При продвижении побочня на участок берега последний начинает размываться только в верховой части. Когда побочень сползет ниже, вновь возникнет размыв по всей высоте берега (первый тип) или в нижней части берегового склона (третий тип).

Перечисленные формы размыва могут охватывать всю зону размыва берега, могут соседствовать между собой в пределах этой зоны или могут неоднократно повторяться по длине излучины. В результате вогнутый берег часто представляет собой серию смежных полуцирков – фестонов, разделенных мысами. Образование одиночного полуцирка на участке вогнутого берега бывает обычно связано с неоднородностью напластования грунтов поймы, что в свою очередь

обусловлено грядовым рельефом ее поверхности – наличием вееров перемещения русла. Если веер перемещения русла в ходе развития излучины начинает подмываться и создается ситуация, при которой концы береговых валов и ложбин между ними выходят к реке, то полуцирки образуются обычно в местах ложбин (мысы приурочены к береговым валам).

При больших глубинах затопления пойм и резком спаде половодья значительные разрушения береговых откосов иногда могут быть обусловлены сливом воды с поймы.

2.4. Формирования пляжа

Рассмотрим следующий важный элемент речной излучины – пляж, приуроченный к выпуклому ее берегу. Формирование пляжа в общем случае связано с отклонением динамической оси потока на излучине к вогнутому берегу. Благодаря этому у выпуклого берега излучины, во всяком случае в период половодья, создается зона пониженных скоростей течения. Образование этой застойной зоны благоприятствует накоплению здесь донных наносов.

Пляж на излучине представляет собой низовую оконечность перекошенной одиночной гряды (мезоформы), расположенной у верхнего перегиба средней линии русла на излучине. Поэтому для поперечного сечения пляжа характерно сохранение формы гряды. Действительно обращенная к реке часть пляжа имеет крутой наклон поверхности, а часть пляжа, обращенная к пойме, отличается более пологим скатом. На гребне гряды, который одновременно является и гребнем пляжа, обычно быстро появляется кустарниковая растительность, чаще всего ивняки, способные пускать длинные корни. С появлением этой растительности на гребне пляжа начинается усиленное отложение донных наносов и гребень растет в высоту. Первоначальная гряда таким образом может существенно деформироваться.

В период половодья, когда пляж затоплен, по его поверхности движутся микроформы. Сваливаясь в низовую часть пляжа, они способствуют нарастанию здесь косы.

Оконечность пляжа и примыкающая к нему коса образуют так называемую затонскую часть переката. При значительных скоростях плановых деформаций излучин длинные косы, как правило, при прочих равных условиях, вероятно образование длинных кос, простирающихся вниз по реке параллельно линии вогнутого берега.

В образовании косы, а также в расширении пляжа в сторону вогнутого берега излучины существенную роль играет грядовое движение наносов в русле реки. При движении по руслу гряды могут причленяться к обращенной к реке части пляжа, способствуя его разрастанию в ширину. Причленение этих гряд к внешнему обводу пляжа бывает хорошо заметно в низкую воду. Причленяющиеся гряды образуют характерный фестончатый рисунок по контуру пляжа.

Большое значение для формирования косы имеют условия обтекания потоком берегов русла реки. Если поток во время половодья существенно спрямляется, то коса в низовой части пляжа может наращивать верховую часть нижеследующей по течению гряды (перекат) и будет отстоять под значительным углом от бровки вогнутого берега. Если же такого спрямления потока не происходит, то коса, пересекая гребень переката, будет следовать за линией вогнутого берега. Затоны в низовой части пляжа обычно оказываются достаточно устойчивыми и существуют длительное время. Лишь при очень больших расходах донных наносов и хорошем обтекании выпуклого берега во все фазы водного режима возможно занесение затонов.

Глава 3. Методика палеографического анализа свободного меандрирования

Реконструкция морфологии речных русел и характера русловых деформаций в прошлом опирается на разные источники информации и набор методов в зависимости от глубины реконструкции. В связи с этим Р.С.Чалов (1996) предлагает различать историческое и палеорусловедение. Историческим периодом можно считать время, в течение которого состояние русел зафиксировано документально. Самые древние сведения о речных руслах можно почерпнуть в летописях и первых гидрографических описаниях. Наибольшую ценность представляют картографические материалы, позволяющие при сопоставлении с современными картами количественно оценить изменения очертаний русла (положения береговой линии, степени развитости и параметров излучин и т.д.). Созданные глазомерным способом или сильно генерализованные мелкомасштабные карты для этих целей не подходят. Наиболее надёжны специальные карты речных русел, составляемые для навигационных целей – лоцманские карты. В России первая крупномасштабная карта русла реки (р.Дона) была создана адмиралом Крюйсом для обеспечения походов Петра I на Азов. Эта карта была издана в 1704 г. С середины XIX века началось систематическое составление лоцманских карт.

В 70-80 годы XVIII века в рамках проводимого по указанию Екатерины II Генерального межевания земель (составления земельного кадастра, по современной терминологии) были созданы крупномасштабные планы центральных и южных губерний Европейской России. Несмотря на особое внимание к элементам гидрографии при проведении съемки, использовать эти материалы необходимо с большой осторожностью, т.к. инструментальным способом снимались только границы земельных владений. Более надежным картографическим документом является трехверстная (1:126000) карта Европейской России, составленная в 1860-1870е годы Корпусом военных

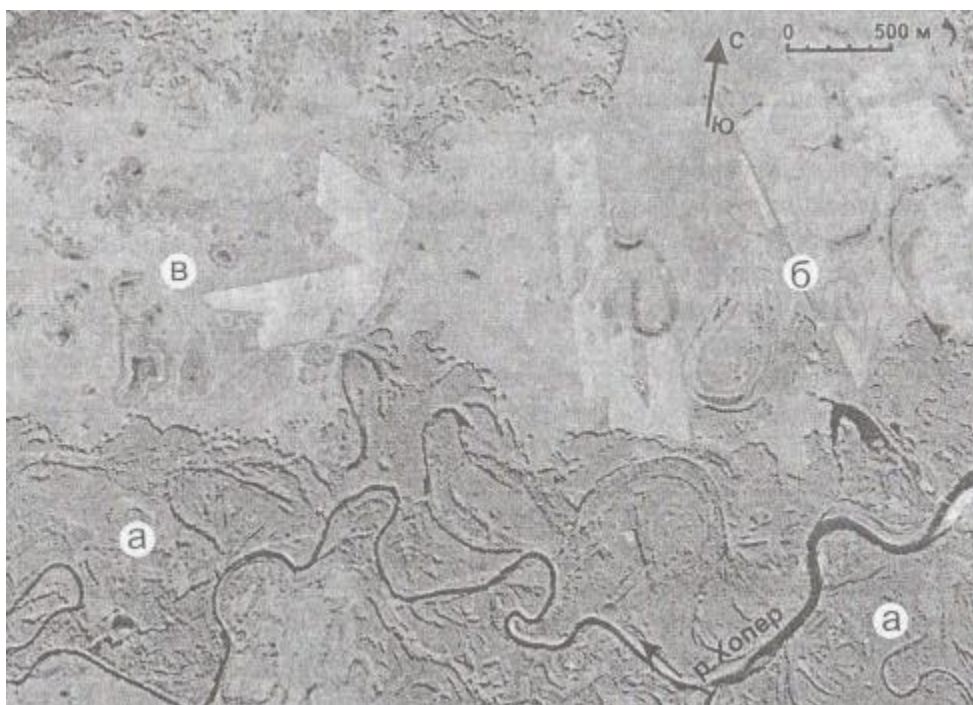
топографов. Однако масштаб этой карты слишком мелок для изучения очертаний малых и средних рек.

После Первой Мировой войны широкое внедрение аэрофотосъемки как в Европе, так и в России многократно ускорило процесс создания топографических карт, в том числе крупномасштабных. К концу 1930-х годов на европейской части, а к середине 1950-х – на всей территории СССР было завершено картографирование в масштабе 1:100000 (Салищев, 1982). С начала 1960-х годов вся территория России и большей площади суши Земли обеспечена космической съемкой высокого разрешения. Во второй половине XX века в связи с ростом значения водного транспорта, особенно при освоении восточных регионов страны, значительно увеличилась протяженность водных путей за счет новых, ранее несудоходных рек и участков рек. Соответственно, возросла активность в создании новых лоцманских карт на ранее не изученные реки. Многократная повторность в составлении как топографических, так и лоцманских карт обеспечивает получение сведений об изменениях речных русел за различные отрезки времени.

Палеорусловедение решает задачу реконструкции истории русловых переформирований за период до появления документальных исторических источников. Информация, позволяющая проводить такие реконструкции, заключена в следах, оставляемых руслом при блуждании по дну речной долины. В процессе русловых деформаций формируется пойма, обладающая характерной морфологией и геологическим строением. Поэтому методы исследования, применяемые при палеорусловом анализе, в основном геологические и геоморфологические.

Наиболее информативный индикатор горизонтальных русловых деформаций в прошлом – рельеф поймы. Последовательность гряд внутри шпоры каждой излучины позволяет проследить последовательность ее искривления,

выделить стадии развития и оценить соотношение продольного и поперечного перемещения. При спрямлении излучины на пойме остается дугообразное (серповидное или петлеобразное) старичное понижение (палеорусло), оконтуривающее участок поймы с гривистым рельефом – внутреннюю часть (шпору) бывшей излучины. Поймы меандрирующих рек, как лоскутное одеяло, состоят из таких участков – сегментов, ограниченных изогнутыми старицами-палеоизлучинами (рис. 6а). На древних участках поймы либо при высоких темпах аккумуляции наносов пойме первичный русловой рельеф нивелируется, и



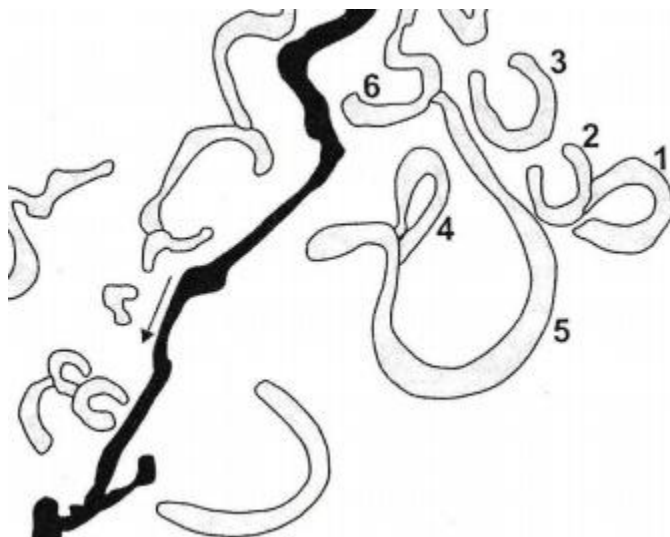
поверхность поймы становится относительно ровной и однообразной (выровненной, по А.В.Чернову (1983)- рис 6в); реже такие поймы можно идентифицировать как озерно-старичные. Промежуточное положение занимают поймы (участки пойм), у которых в результате длительной аккумуляции наносов гривистый рельеф сnivelирован, но еще сохранились изогнутые в плане старичные понижения, местами занятые озерами (рис. 6б).

Рис. 6. Пойма меандрирующей реки (а – наиболее молодая пойма с отчетливо выраженным первичным рельефом – веерами глив, ограниченных дугами стариц; б – более древние участки поймы, изначально имевшие гливистый рельеф, сnivelированный в результате пойменной аккумуляции, сохранились серповидные старичные понижения, местами занятые озерами; в – наиболее древняя выровненная пойма, первичный рельеф полностью сглажен, на месте староречий – овальные или бесформенные замкнутые понижения).

Анализ пойменного рельефа проводится по крупномасштабным топографическим картам. Для территории России наиболее подходят карты масштаба 1:25000, покрывающие всю территорию страны. Съемка более крупного масштаба проведена пока выборочно, а при более мелком масштабе карт теряются детали пойменного рельефа. Эти детали не всегда удовлетворительно отображаются даже при сечении рельефа 5м, принятом на картах масштаба 1:25000. Кроме того, первичный русловой рельеф имеет на поймах разную, в том числе неудовлетворительную, сохранность. Поэтому в комплексе с картографическими материалами необходимо анализировать аэро- и космические снимки. Поскольку рельеф и геологическое строение поймы оказывает влияние на другие компоненты ландшафта (условия увлажнения, характер растительных

ассоциаций, почвы), фототон на снимке часто отражает такие черты строения поймы, которые не проявляются на топографических картах.

Анализ топографических карт и снимков позволяет выявить фрагменты древних русел (палеорусел) реки и участки поймы, созданные при их развитии, определить морфодинамический тип палеорусли, измерить морфометрические



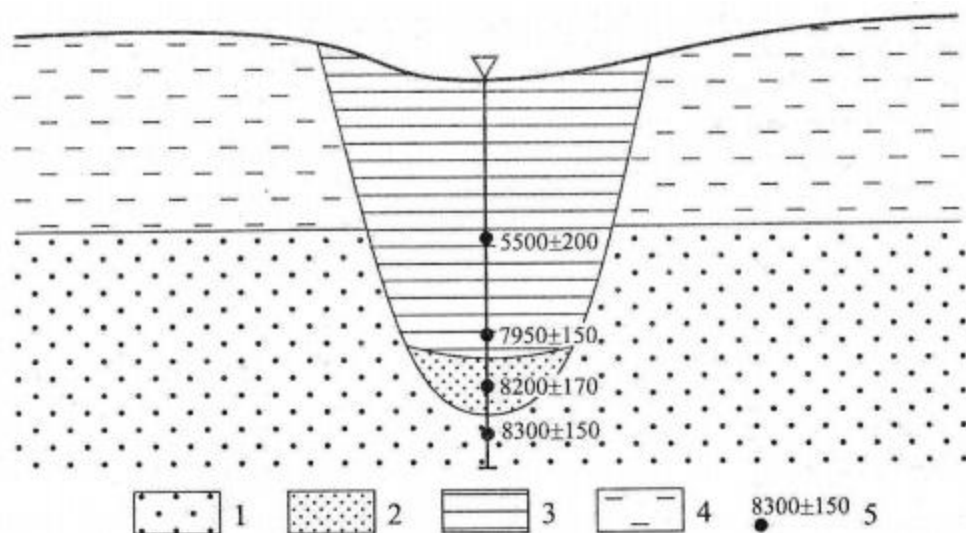
параметры палеорусел: ширину, размеры островов, радиус кривизны и шаг палеоизлучин, а также оценить относительный возраст палеорусел. Многие из этих элементов используются при составлении геоморфологических карт речных пойм. Возраст палеорусел на отдельно взятом поперечном профиле через дно долины обычно (но далеко не всегда) соответствует их расстоянию от современного русла: чем дальше, тем древнее. Более надежное основание для суждений об относительном возрасте палеорусел дает их взаимное расположение: более молодые палеорусли подрезают более древние (рис. 7). В итоге все палеорусли можно разделить на возрастные генерации. К одной генерации можно относить фрагменты древнего русла, которые формировались не одновременно, но в пределах достаточно узкого временного интервала, при исходных характеристиках стока воды и наносов и имеют поэтому одинаковый морфодинамический тип русла и близкие морфометрические параметры (ширину русла, радиус кривизны и возможно, степень развитости излучин).

Рис. 7. Определение относительного возраста палеорусел (1...6 – палеомеандры разного возраста, от древних к молодым)

Дополнительную информацию о палеорусле можно получить, изучая их геологическое строение по естественным обнажениям в уступах подмываемых пойменных берегов и с помощью бурения. Толща аллювия, заполняющая палеоруслу (старичная фация), обычно заметно отличается более тяжелым (глинистым или тяжелосуглинистым) механическим составом от вмещающих ее русловых и пойменных отложений. Тем не менее, однозначно определить подошву толщи заполнения, а значит и поверхность дна палеоруслу, зачастую бывает непросто. Это объясняется прежде всего тем, что отмирание русел и превращение их в старицы происходит не мгновенно. Старое русло после спрямления может, постепенно заполняясь наносами и заиливаясь, сохранять проточный режим в течение многих лет и десятилетий, оставаясь отмирающим рукавом основного русла. Окончательное отделение от основного русла происходит путем формирования своего рода «пробки» из наносов на заходе в старое русло (крупный побочень, его перекрывающий). Лишь после этого старое русло становится старицей со стоячей водой, в которой устанавливается характерный осадконакопления. Аллювий стадии полупроточного режима может быть принят за фациальную разновидность руслового аллювия времени активного функционирования русла. Поэтому подошва глинистой толщи заполнения палеоруслу в одних случаях представляет дно русла на стадии активного развития, в других – уже в ходе его отмирания. Это вносит неоднозначность в определении морфометрических параметров палеоруслу – глубины и площадь живого сечения.

Определение абсолютного возраста базируется в основном на радиоуглеродном анализе органических остатков, заключенных в аллювии. За абсолютный возраст палеоруслу обычно принимается время его отмирания, т.е.

абсолютный возраст подошвы старичных осадков либо кровли русловых. Процесс отмирания русла может происходить в геологическом масштабе времени



моментально, но может растянуться и на продолжительное время. Если это время не превышает первых столетий, то возможная неоднозначность трактовки компенсируется ошибкой метода. Пример интерпретации радиоуглеродных дат и аллювиальных фаций при датировании палеорусел приведен на рис.8. Если заиленные мелкозернистые пески трактовать как разновидность старичной фации – подфацию заиления русла на этапе его отмирания при слабо- или полуприточном режиме – то время отмирания палеорусла заключено между датами 8200 и 8300 л.н. Если же эти осадки трактуются как разновидность русловой фации, - между 7950 и 8200 л.н. исключить неоднозначность трактовки можно путем уменьшения точности оценки возраста: между 7950 и 8300 л.н. Учитывая, что радиоуглеродная дата – не точка, а интервал, оценка возраста еще более расширяется. Кроме того, полученная оценка сделана в радиоуглеродной шкале времени, отличающейся от календарной. При калибровке дат (приведении к календарному времени) интервал каждой даты, а значит и общая оценка возраста палеорусла, расширяется еще более. Таким образом, оценка абсолютного возраста палеорусел в лучшем случае имеет точность первые столетия (300-500 лет).

Рис. 8. Пример абсолютного датирования палеорусл: 1 – песок крупнозернистый (русловая фация аллювия); 2 – песок мелкозернистый, супесь (фациальная разновидность русловой или фация заиления времени отмирания палеорусл); 3 – суглинок тяжелый, глина (старичная фация); 4 – суглинок легкий (пойменная фация); 5 – радиоуглеродные даты.

Далеко не всегда удастся получить столь удачную серию дат, как на рис.8. Чаще всего русловая фация бедна органическими остатками, и найти материал для датирования удастся лишь в старичной фации. Даты по старичной фации дают верхнюю («не позднее») оценку возраста палеорусл. Если датированный образец располагается высоко над контактом русловой и старичной фаций, оценка возраста может оказаться весьма грубой. При наличии нескольких дат в старичной толще можно оценить скорость накопления осадка и путём экстраполяции получить возраст отложений в подошве старичной фации. Эта оценка ближе к возрасту палеорусл, хотя процедура ее получения также таит потенциальные неточности вследствие возможных изменений темпов осадконакопления во времени. В любом случае надежные оценки возраста палеорусл подразумевают наличие достаточно представительной серии дат и контроль этих дат палинологическими данными, общестратиграфическими соображениями, оценками относительного возраста палеорусл при анализе морфологии поймы.

Среди всех морфологических элементов долины наибольшую информативность для реконструкции типа и параметров речного русла в прошлом представляет рельеф поймы. На низких террасах сохранность первичного руслового рельефа значительно хуже. Так, в центральных областях Русской равнины лишь наиболее низкие (высотой 7-10м) поздневалдайские террасы еще несут морфологические следы палеорусл, на более высоких террасах, перекрытых лессовым покровом, следы руслового рельефа не читаются. Таким

образом, возможности геоморфологических методов палеоруслового анализа ограничиваются в большинстве случаев последними 15-16 тыс.лет. Только для этого периода времени можно достаточно надежно проследить трансформацию речных русел. Палеорусли более древних эпох находятся в погребенном состоянии и не выражаются в современном рельефе. Для них приходится довольствоваться лишь весьма неполной геологической информацией, интерпретация которой не всегда однозначна.

Глава 4. Образование и сроки формирования береговых валов р. Суджа в районе городского стадиона слободы Замостье города Суджи

4.1. Формирование береговых валов

Просмотр многочисленных аэрофотоснимков речного русла с участками

поймы, микрорельеф которой представлен серией гряд и ложбин между ними,

вытянутых параллельно руслу, показывает, что, характерным образованием,

прослеживающимся в очень многих случаях, является наличие кос, сопровождающих очертания выпуклого берега. Иногда эти косы, начинаясь на перегибе русла, имеют небольшое протяжение и не достигают вершины излучины, а иногда они вытягиваются вдоль всей линии выпуклого берега, даже заходят в зону вогнутого берега реки. Эти косы встречаются в виде значительных песчаных скоплений с незадернованной поверхностью, что свидетельствует об их недавнем образовании, иногда покрыты травяной и даже кустарниковой



растительностью. Нередко косы разной длины, но всегда в общем повторяющие изгиб берегов русла, встречаются сериями. В своем основании они образуют сравнительно широкую полосу свежееобразованного берега и лишь концевые части их, вдаваясь в русло под небольшим углом к береговой линии, образуют своеобразную зубчатость.

Рис. 9. Аэрофотоснимок участка русла меандрирующей реки. Хорошо видны системы причленившихся к берегу кос и образованные ими небольшие затоны.

Такие косы изображены на аэрофотоснимках, помещенных на рис.9 и 10. На снимках с просвечивающим дном русла можно обнаружить наличие подводных кос меньших размеров, расположенных также под небольшим углом к описанным выше более крупным косам. К подводным косам примыкают отдельные гряды. Такая последовательность в смене микроформ русла была обнаружена уже давно. В работе Дегеера, опубликованной еще в 1912 г., приводится даже графическая



схема расположения таких форм скоплений наносов в речном русле на одной из шведских рек (рис 50). Указанная закономерность в расположении форм скоплений наносов в русле равнинных рек была подмечена рядом других исследователей. В частности, о ней пишет Е.В.Шанцер (1951).

Рис. 10. Широкая коса на выпуклом берегу. Результат изменения знака плановых деформаций.

Наличие такой последовательности в строении форм скоплений наносов в русле меандрирующей реки позволяет предположить, что существует тесная связь в перемещении отдельных систем этих форм. Действительно, гряды, передвигающиеся вдоль русла, перемещаются с неодинаковой скоростью. Более того, часть гряды, обращенная к середине реки, перемещается со скоростью большей, чем прибрежная. В результате ползущие по дну русла гряды получают возможность причленяться к берегу, причем часть гряды, обращенная к середине реки, оказывается сдвинутой вниз по течению, и формируется вначале узкая подводная коса, располагающаяся под углом к берегу. Продолжающие перемещаться по руслу гряды надвигаются на сформировавшуюся подводную косу, задерживаются ею и способствуют росту этой косы в высоту и в длину. В межень поверхность такой разросшейся косы может оказаться свободной от воды. Быстро развивающаяся на ней растительность способствует ее закреплению и более интенсивному нарастанию при последующих подъемах уровня.

Коса, сформировавшаяся у выпуклого берега реки, создает весьма благоприятные условия для формирования берегового вала при ее разрастании. В поперечном сечении каждая гряда представляет собой выпуклое тело. Благодаря этому при причленении к берегу последующих гряд уже существуют предпосылки к образованию второго ряда валов. Существование ложбины между уже сформировавшимся и закрепленным растительностью береговым валом и вновь формирующимся поддерживается и тем, что предыдущий по времени вал, достигший известной высоты, начинает играть роль теневого заслона при выходе воды на пойму. Следствием этого является появление водяного вальца и вынос наносов от берега в направлении к середине русла. При сливе воды с поймы

наличие сформировавшегося уже вала также способствует промыву ложбины между ними и еще формирующимся валом.

Не следует представлять себе этот процесс так, что каждая причленяющаяся к берегу коса является зачатком берегового вала. На аэрофотоснимках можно найти случаи, когда к выпуклому берегу причленяется много кос, а на поверхности отмели существует целый ряд зачаточных валов, образованных отложениями крупных наносов при разных высотах стояния уровня, т.е. за половодья разной высоты.

Очевидно, что береговой вал сформируется не на каждой из таких песчаных ком и гряд, и лишь те из них, которые в первую очередь закрепятся растительностью и тем самым получат лучшие условия для своего разрастания, дадут основу новому береговому валу. Тесная связь берегового вала с перемещением кос по дну реки подтверждением не только анализом аэрофотоснимков, но и обычно весьма близким составом наносов в русле и в основании берегового вала.

На крупных реках при наличии мощных источников поступления наносов с верховых участков береговые валы могут сформироваться в процессе передвижения островов и осередков. Нарастание нижнего конца острова и осередка в этом случае приводит к выпячиванию его тела вниз по течению. Если при этом продолжается интенсивное поступление материала на участок и происходит закрепление образовавшихся вытянутых песчаных отмелей растительностью, то параллельно берегу возникает новый береговой вал. Иногда в этом случае он может быть отчленен протоком между цепью островов или осередков и прежним береговым валом, но после заноса этого протока произойдет его причленение к ранее сформировавшемуся валу – пойма будет нарастать. При этом русло реки, очевидно, будет перемещаться параллельно самому себе. Такое явление скорее всего можно ожидать на прямолинейных или слабо изогнутых

участках больших рек, при распластанных руслах, т.е. в случаях, когда меандрирование потока ограничено, в силу чего он должен сбрасывать поступающие в него наносы только по руслу.

Формирование цепи островов и осередков и последующее параллельное перемещение русла можно наблюдать на ряде рек. Подобное явление можно проследить по съемкам р.Волги. К.И.Россинский и И.А.Кузьмин наблюдали такое явление на участке ниже Ананьевских песков у г.Самары.

Образующиеся в таких случаях валы отличаются обычно большими размерами.

На формирование берегового вала, по-видимому, должен оказывать влияние и темп перемещения линии вогнутого берега. В годы особенно высоких половодий или в тех случаях, когда серия предыдущих половодий создает благоприятные условия для интенсивного разрушения вогнутого берега (обвала), кромка этого берега может быстро продвинуться, и условия отложения наносов у выпуклого берега окажутся благоприятными. На аэрофотоснимках удастся проследить, что в этих случаях у выпуклого берега формируются широкие, мощные косы. Формирование крупной косы в свою очередь, по-видимому, должно способствовать более интенсивному размыву вогнутого берега, так как именно к нему и оттесняется поток.

На основании всего вышесказанного общая схема формирования берегового вала представляется следующей.

У выпуклого берега меандрирующей реки происходит отложение части наносов, перемещающихся по дну в виде гряд. Эти отложения формируют косы, цепи осередков или островов. Разрастание их и закрепление растительностью создают благоприятные условия для более интенсивного отложения наносов в последующем, что и дает возможность образоваться основанию берегового вала.

Формирование новых кос или цепей островов и осередков и одновременно идущий процесс роста высоты вала за счет осаждения наилка приводят к тому, что условия отложения наносов на поверхности берегового вала ухудшаются и создается новый береговой вал, параллельный ранее существовавшему.

Тесная связь накопления аллювия с водоносностью, водным режимом и твердым стоком, так же, как и изменение крупности отложений по высоте вала, позволяет на основе изучения характера напластования и распределения аллювия по пойме составить приближенное суждение об изменениях водоносности рек и высоты половодий. Об изменениях высоты половодий может свидетельствовать и сопоставление отметок границ распространения аллювиального поля разного возраста.

Все вышеизложенное позволяет заключить, что гривистый рельеф пойм, во всяком случае на участках свободного меандрирования, в основном создается в результате формирования береговых валов и последующего их отступления от русла в процессе плановых деформаций последнего. Эта точка зрения полностью соответствует и современным представлениям о процессе формирования, составе и строении аллювиальных толщ речных пойм.

Существующее разнообразие взглядов на происхождение грядового микрорельефа пойм (И.В.Попов, 1956) в значительной мере объясняется тем, что исследователи обычно тщательно изучали лишь отдельные, ограниченные одной извилиной участки пойм, причем далеко не всегда на свободно меандрирующих реках. Полученные таким путем данные затем приобретали характер универсальной схемы.

Приведенные положения отнюдь не отрицают возможности воздействия на поверхность поймы аккумулятивных процессов и эрозии в период ее затопления, а также эоловых воздействий. Однако эти воздействия в средней полосе России, к

которой и приурочено основное число меандрирующих рек, имеют подчиненное значение и способны создать лишь вторичный рельеф, в общем подчиненный рельефу, созданному в процессе плановых деформаций русла. На пойме можно обнаружить и эрозионные борозды, особенно часто возникающие при сливе воды с ее поверхности, способном вызвать промывы даже в береговых валах или создать ложбины в основании петель и аккумулятивные образования в виде обычно коротких гряд в теневой части местных препятствий, причем ориентированных несколько отлично от расположения основных форм микрорельефа – гряд ложбин между ними.

Наконец, на поймах иногда можно обнаружить следы вспахивания их поверхности льдинами при ледоходе.

У подавляющего большинства равнинных рек умеренной зоны весенний ледоход проходит при уровне ниже бровки пойменного яра и что даже при очень высоких уровнях основная масса льда движется по меженному руслу. Вместе с тем иногда ледоход все же наблюдается на пойме по наиболее крупным лощинам и производит разрушения на поверхности поймы. Лед, образующийся на старицах, выплывая во время половодья, также способствует деформированию поверхности поймы, производя «срезание вершин отдельных бугров». Отмечаются также случаи затягивания льда на пойму противотечением, особенно интенсивным при заторах.

Е.В.Шанцер (1951) приводит случаи, когда на пойме р.Оки были обнаружены рулоны дерна на поверхности поймы, свернутые при ледоходе.

Особенно велико воздействие ледохода на берега русла и пойму рек Сибири, на которых отмечаются случаи среза берегов льдинами на участках в сотни метров длины и в десятки метров ширины.

В засушливых районах весьма существенна роль эоловых воздействий на микрорельеф поймы. В определенных условиях значительную роль в его формировании могут играть особенности распределения течений в период разлива или воздействие ручьев и течений, вызываемых поступлением на поверхность поймы талых и дождевых вод. Однако схема формирования микрорельефа поймы за счет плановых деформаций, очевидно, имеет большую универсальность и большее распространение в природе, во всяком случае на меандрирующих реках России. Можно полностью согласиться с Шанцером (1951), который утверждал, что береговые валы являются характерным образованием на всех реках Русской равнины, и речь идет только о большей или меньшей их выраженности.

Именно в процессе меандрирования и создается тот основной рельеф поверхности поймы, который в последующем может быть несколько деформирован под воздействием многочисленных второстепенных для данного процесса факторов.

4.2. Определение сроков плановых деформаций

Расчеты и прогнозы русловых деформаций должны содержать данные или по крайней мере соображения о сроках переформирования русла.

Материалы натурных наблюдений за скоростью плановых деформаций русел сравнительно ограничены. Суждение о скорости этого процесса обычно получают на основании сопоставления съемок разных лет; реже можно обнаружить данные специальных наблюдений по отдельным створам. Чаще всего такие данные устанавливаются расчетом, который редко проверяется натурными наблюдениями.

Существенную помощь в оценке темпов плановых деформаций, в частности при прогнозе их на длительный период, может оказать анализ микрорельефа пойм по аэрофотоснимкам.

Оценив темп плановых переформирований на основе сопоставления съемок различных лет, можно определить период, требующийся на формирование одного берегового вала, серии которых составляют веера перемещения русла, во многих случаях представляющие основной микрорельеф пойм. Исследуя очертания этих валов на каком-либо участке и определив тенденцию в развитии плановых переформирований русла, можно достаточно надежно оценить, как скоро русло примет то или иное положение в плане практически на любом заданном участке.



Рис. 11. Излучина р. Тавды. Хорошо видна система валов даже в условиях облесенной поймы.

Можно отметить, что в условиях облесенных пойм некоторую помощь в определении сроков формирования берегового вала может оказать определение возраста растительности на их гребнях. Аэрофотоснимки показывают, что даже в условиях сильно облесенной местности гребни валов, образующих микрорельеф поймы, хорошо прослеживаются и могут быть четко оконтурены. На рис.11 видна отчетливая система гряд на пойме, заросшей лесом. Деревья в основном приурочены к гребням валов, в то время как в понижениях между ними просматриваются более открытые полосы или во всяком случае более разреженные кроны. В результате на аэрофотоснимках образуются своеобразные дуговидные (по форме очертаний вала) изогнутые полосы. По-видимому, при

формировании нового берегового вала древесная растительность поселяется в первую очередь на его вершине, обладающей наиболее благоприятными условиями дренажа. Это и приводит к образованию упомянутых выше полос.

Определив возраст деревьев, растущих на гребнях валов, можно таким образом приближенно оценить и сроки формирования самих береговых валов.

Следует отметить, что современные приемы лесного дешифрования позволяют определять возраст зрелого древостоя с довольно высокой точностью.

Сроки формирования современных береговых валов распространять на те из них, которые уже отошли в глубь поймы, можно только для той полосы поймы, которая сформировалась в условиях несущественно меняющейся водоносности, в противном случае сроки формирования вала могут быть иными.

Для того чтобы выяснить, насколько правомерно распространять сроки образования валов, расположенных в непосредственной близости от русла в глубь поймы, напомним современные воззрения на продолжительность формирования пойм и изменения водоносности рек.

В последнее время рядом авторов даются довольно близкие цифры, характеризующие возможную продолжительность периода формирования современных пойм. Эти цифры основываются на изучении мощности и стратиграфии аллювия, палеоботанических (пыльцевой анализ), геохимических (по длительности распада радиоактивных периодов) и археологических исследованиях.

Так, например, Е.В.Шанцер (1951) считал, что современные поймы рек территории СССР существуют около 8-10 тыс.лет.

Эти цифры согласуются и с современными данными о продолжительности послеледникового периода. Так, для районов северо-запада СССР

продолжительность этого периода оценивается примерно в 13 тыс.лет, для юга Финляндии – около 8 тыс.лет, а для ее центральных районов – всего 4-6 тыс.лет.

Для некоторых других, более южных районов продолжительность периода с момента окончания ледникового периода оценивается в 20-25 тыс.лет. Таким образом, продолжительность послеледникового периода для разных районов России оценивается в пределах 6-25 тыс.лет. Современные воззрения о вековых изменениях климата сводятся к следующему.

С.Н.Крицкий и М.Ф.Менкель (1947) считали, что в послеледниковый период, после того как были сброшены основные массы талых вод, климат, а, следовательно, и водоносность рек менялись не столь уж существенно. Тщательно и широко поставленное исследование этого вопроса А.В.Шнитниковым (1957) показывает наличие закономерно смещающихся циклов в изменениях водности продолжительностью порядка 1800 лет, хотя общий ход водности, восстановленный для четырех таких циклов, не показывает определенной тенденции к ее общему убыванию или увеличению.

Исследование микрорельефа пойм по аэрофотснимкам на межприточных участках рек в значительной мере подтверждают положение о том, что современные поймы создались в условиях в общем плавно и не сильно меняющейся водоносности. Об этом свидетельствует тот факт, что расстояния между гребнями валов на пойме в среднем довольно устойчивы для данных бесприточных участков. Так, например, для участка поймы р.Оки выше г.Касимова длиной 70 км эти расстояния, определенные по линии наибольшего нарастания выпуклых берегов в разных частях поймы (в разном удалении от русла и на разных участках поймы по длине реки), оказались в среднем довольно близкими.

Аналогичные подсчеты по другим участкам р.Оки со свободным меандрированием в пределах Мещерской низменности этот вывод подтвердили (например, участок длиной 80 км ниже впадения р.Мокши). Такая же устойчивость расстояний между гребнями валов (хотя при других расстояниях) получена и для ряда других рек (Луги, Тавды, Сев.Донца, Припяти).

При довольно устойчивом в среднем расстоянии между гребнями валов на пойме объемы валов могут довольно значительно меняться, и, по-видимому, при более подробном анализе можно будет выделять и отдельные циклы или периоды повышенной и пониженной водности, а на реках с подвижным руслом установить и характер смены отдельных маловодных и многоводных лет.

Определив тем или иным приемом среднюю продолжительность смещения береговой линии и ширину вала и удостоверившись в том, что частота валов на исследуемом участке поймы примерно одинакова в различных ее частях, можно с известной уверенностью перейти к определению сроков формирования отдельных ее участков, во всяком случае в пределах полосы меандрирования современного русла.

Для участка р.Оки длиной 70 км выше г.Касимова оказалось возможным выделить пять высотных ступеней вееров в пределах всей поймы. При этом разница высот между определенными ступенями колебалась от 1.5 до 2.0 м. Это позволило предположить, что полоса меандрирования реки, по -видимому, 5 раз меняла свое положение, перемещаясь в пределах дна долины этого участка р.Оки. Поскольку выше указывалось, что весь период, за который формировался видимый на снимке гривистый микрорельеф, характеризовался сравнительно мало изменяющейся водностью реки, то, следовательно, нет оснований предполагать, что ширина полосы меандрирования в прошлом существенно менялась по сравнению с современной.

Следовательно, для того чтобы распространить сроки формирования современной полосы меандрирования на прошлое время, достаточно подсчитать число валов, составляющих веер перемещения в современной полосе меандрирования (считая по одному берегу, поскольку перемещение верховой и низовой части S-образной извилины идет в разные стороны от оси русла), определить срок ее формирования и общее число полос, существовавших в пределах дна долины (число высотных ступеней, обнаруженных на пойме).

Подобные расчеты, очевидно, должны выполняться для наиболее расширенных участков долины, на которых возможно свободное меандрирование, поскольку в этих местах наиболее вероятно обнаружить самые древние веера.

Действительно, анализ изображения поверхности пойм на аэрофотоснимках показывает, что на расширенных участках всегда обнаруживается большее разнообразие в рисунках вееров, чем на узких ее участках.

Можно было бы предположить, что это разнообразие объясняется различной устойчивостью грунтов, и, следовательно, сроки формирования веера в условиях устойчивых грунтов, если таковые находятся в сужениях долины будут большими, чем в пределах участка легкоразмываемых грунтов, если они находятся в расширении долины. Положение это бесспорное, но, учитывая то обстоятельство, что одно долин меандрирующих рек, в условиях которых образуются веера, обычно выполнено мощной толщей хорошо перемытого и отсортированного аллювия и что расстояния между валами, как указывалось, варьируют незначительно, можно считать, что этот фактор в данном случае не должен иметь решающего значения.

Таким образом, основную причину однообразия рисунка вееров в сужениях долины следует искать в том, что река на этих участках неоднократно перемещается от одного склона долины к другому, полностью разрушая прежние

веера. На расширенных участках долины благодаря возможности перемещения не только русла, но и всей полосы меандрирования всегда имеется большая вероятность обнаружить древние веера.

Пользуясь описанными выше приемами, были определены сроки формирования поймы р.Оки выше г.Касимова на участке общим протяжением около 70 км.

Для этого были восстановлены несколько прежних положений русла по веерам, надежно увязывающимся с современным руслом. Оказалось, что эти положения русла охватывают период порядка 600 (590) лет (И.В.Попов, 1955). Восстановление положения русла не охватывают всей ширины полосы меандрирования и занимают примерно лишь половину ее (800м). Полная же ширина всей полосы меандрирования оказалась равной 1300км, а период формирования – около 1000 лет. Принимая во внимание, что полоса меандрирования по крайней мере 5 раз меняла свое положение в пределах границ современного размыва, можно считать, что общая продолжительность периода, за который удалось проследить деформации поймы, составила около 5000 лет. Конечно, приведенным цифрам отнюдь нельзя придавать абсолютного значения. Они показывают только порядок величин. Однако даже такая приближенная оценка сроков переформирования, по-видимому, может оказаться полезной и более определенной, чем применение ряда других косвенных методов установления сроков вековых деформаций речного русла, например, археологических.

Определение сроков переформирования русла указанным путем отнюдь не противопоставляется возможности получения данных о величинах и сроках плановых деформаций гидравлическим расчетом, но свидетельствует о необходимости строить последний на основе тщательного морфологического

анализа, необходимого для выявления общих закономерностей русловых деформаций и вместе с тем для учета местных особенностей руслового процесса.

Срок формирования одного берегового вала, по-видимому, может быть установлен на основе определения скорости перемещения основных русловых образований (побочней, кос, осередков, островов), вероятного перераспределения под воздействием этого перемещения скоростного поля потока и интенсивности отложений наносов. Это позволит определить вероятные сроки причленения перемещающихся русловых форм к участкам поймы и последующего их роста и определить срок, требующийся на формирования берегового вала, а затем на основе изучения микрорельефа поймы решить вопрос и о сроке, требующемся для формирования определенных ее участков.

Для подтверждения развития русловых процессов р. Суджа был применен метод совмещения карт разновременной съемки. Для этого были сделаны выкопировки карт, имеющихся в архивах Археологического музея г. Курска и Краеведческого музея г.Суджа. Старые карты были приведены к современному метрическому масштабу и была проведена привязка к местным объектам, положение которых можно определить на всех имеющихся картах. В качестве таких объектов выбраны церкви и храмы на территории г.Суджа и Суджанского района: д. Гоголевка, д.Махновка, Черкасская Конопелька Пушкирное. Большую помощь в этом оказали местные краеведы. В результате наложения карты межевания Суджанского уезда Курской губернии за 1784 г и топокарты 1905г на спутниковый снимок 2014 года позволило уточнить положение русла Суджи в 1784 году на современной пойме. На рисунке это положение обозначено синей линией.



Рис. 12. Веера перемещения русла реки Суджа

В результате гидрогеологических и геодезических изысканий были подтверждены предположения о том, что в точке обнаружения клада еще 200 лет назад проходило русло реки.

4.3. Исследования прирусловых валов на участке р.Суджа

На стадионе Суджи, где и был обнаружен клад, хорошо прослеживаются чередующиеся понижения и повышения рельефа (приложение 2 – нивелирный ход), что подтверждается наличием на этом участке остатков палеорусел р.Суджи, так хорошо заметных на космических снимках. Это говорит о том, что ранее на данном месте образовались прирусловые валы.

Пляж на выпуклом берегу являлся первоосновой для формирования берегового вала. Сама форма пляжа – грядобразное его строение – обеспечивало осаждение на нем наносов образование вала. Низовая коса пляжа также благоприятствовала этому. Выпадающие на поверхность пляжа наносы образовывали наилок, мощность которого колебалась от десятков сантиметров до миллиметров за половодье, в зависимости от расхода наносов в реке. С ростом пляжа в высоту на его поверхности осаждались все более мелкие фракции наносов. В разрезе береговой вал представлен дугообразно выгнутыми слоями отложений, которые накапливались ежегодно, причем крупность отложений в этих слоях убывала к вершине берегового вала. В высокие половодья крупность слоев отложений увеличивалась, в маловодные годы – уменьшалась.

Установление связи между высотой половодья и крупностью отложений наносов в разрезе берегового вала дало возможность устанавливать с известной приближенностью чередование многоводных и маловодных лет по размерам береговых валов.

За время, в течение которого на выпуклом берегу излучины формировался береговой вал, вогнутый берег смещался в противоположную от него сторону. Это смещение шло неравномерно. В годы с высокими половодьями смещение больше, чем в маловодные годы. Иногда смещение бровки вогнутого берега излучины оказывалось наибольшим не в половодье, а в другой период гидрологического года. Поэтому связь между смещением берега и водностью года носит сложный характер. В годы с резким и значительным смещением береговой

линии гребень гряды, расположенной на излучине, также резко изменял свою ориентировку по отношению к средней линии русла и рядом с прежним пляжем начинал формироваться новый, а, следовательно, начинал образовываться новый береговой вал.

Так возникли системы дугообразно изогнутых валов, каждый из которых фиксировал положение выпуклого берега речного русла. Поэтому система этих валов и называется веером перемещения русла.

Схема формирования береговых валов показана на рисунке 6.

Каждая система береговых валов – веер перемещения русла – закономерно развивается до тех пор, пока идет однонаправленный процесс плановых перемещений речной излучины. Когда произойдет прорыв излучины веер перемещения русла как бы временно законсервируется, пока образование новой излучины не приведет к полному или частичному, что бывает чаще, разрушению веера в ходе плановых деформаций новой излучины.

Следует отметить, что старые системы вееров перемещения обычно оказываются лежащими на более высоких отметках, чем более современные системы. Благодаря этому вся поверхность поймы свободно меандрирующей реки представлена пятнисто расположенными разновысотными плоскостями различно ориентированных систем вееров перемещения русла.

Разность в отметках даже смежных поверхностей вееров перемещения русла может составлять 1-2м. Группы вееров перемещения с пониженными отметками своей поверхности благоприятны для образования разобщенных аккумулярующих емкостей.

На исследуемом участке р. Суджа были пробурены 8 скважин от уреза реки через места понижения и повышения рельефа – остатки прирусловых валов – до глубины 2,5 м (**приложение 3 – гидрогеологический разрез**). Они позволили

выделить следующие слои: верхний слой чернозема до глубины 0,5 – 1,25 м, слой песка до глубины 1,25 – 2 м, ярко-выраженный слой глины до глубины 1,5 – 2,25 м, после которого в каждой скважине наблюдался водоносный горизонт. Также начиная с удаления от уреза реки 50 м и более в почве прослеживается слой суглинка на глубинах 0,5 – 1,25 м.

Все найденные клады располагались в непосредственной близости от реки, что соответствует выводам археологов и поселению древних племен вблизи водоемов. Это позволяет нам сделать краткий анализ почвенных фаций в трех точках обнаружения схожего по содержанию кладов, найденных в трех районах Суджанского района Курской области.

Слои м	г.Суджа слобода Замостье	г.Суджа Лисьи горы	г. Суджа деревня Куриловка
0,0 – 0,5	Луговой чернозем с остатками деревьев и травы	Темно-серый средний суглинок, небольшое количество торфа и песка	Чернозем; черно- коричневая легкосуглинистая почва у уреза воды
0,5 – 1,0	Фации песка и суглинка	Серовато-бурый суглинок, встречаются раковины моллюсков	Светло-серые супесчаные почвы
1,0 – 1,5	Песок и появляются вкрапления глины	Луговой мергель, переходящий в белую глину	Желто-коричневые среднесуглинистые почвы
1,5 – 2,0	Глина	Темная вязкая глинистая масса, содержит разложившиеся корни и другие остатки	Темно-коричневые супесчаные рассыпчатые почвы

Заключение

По результатам проведенных исследований района реки Суджа в слободе Замостье в Суджанском районе Курской области были сделаны следующие выводы:

- На данном участке река Суджа развивается по схемесвободного меандрирования
- На пойме хорошо прослеживаются прирусловые валы
- Литологический состав на пойменной фации аллювия также имеет волнообразный характер, что свидетельствует о плановых перемещениях русла.
- Совмещением разновременного картографического материала установлены темпы плановых деформаций. Скорость смещения излучины составляет м/год
- по вееру перемещения береговых валов установлено, что на месте обнаружения клада 200 лет назад назад проходило русло реки
- Обнаруженный археологический памятник с высокой степенью достоверности был перемещен течением реки и переотложен.
- Артефакты, относящиеся к разному времени могут принадлежать различным археологическим памятникам

Несмотря на наличие гидрогеологических и геодезических изысканий, Суджанский район хранит в себе еще много вопросов как к археологам, так и к представителям географических наук. Ежегодные находки историков расширяют сведения о поселениях древних антов по берегам реки Суджа, а значит и открывают новые возможности для гидрометеорологических исследований

района для восстановления гидрологических характеристик реки в прошлом и новых палеографических исследований в будущем.

Список использованных источников

1. Основы гидроморфологической теории руслового процесса, Н.Е. Кондратьев, И.В. Попов, Б.Ф. Сنيщенко, Гидрометеиздат, 1982г.
2. Речные излуины, Р.С. Чалов, А.С. Завадский, А.В. Панин, из-во МГУ, 2004г.
3. Русловые процессы, Н.Е. Кондратьев, А.Н. Ляпин, И.В. Попов, С.И. Пиньковский, Н.Н. Федоров, И.И. Якунин, Гидрометеорологическое издательство, 1959г.