

УДК 631.623:626.143

## **ПРОГНОЗ ЗАИЛЕНИЯ КАНАЛИЗИРОВАННЫХ РЕК-ВОДОПРИЕМНИКОВ**

**В.Н. Карнаухов**, кандидат технических наук  
РУП «Институт мелиорации»

**Ключевые слова:** эрозия, заиление, пойма, река-водоприемник, фрагмент, турбулентность, русловой процесс, динамическая устойчивость, параметры русла

### **Введение**

При проведении крупномасштабных работ по осушению земель в Республике Беларусь в 60-е гг. XX столетия малые уклоны рек на крупных болотных массивах потребовали разработки способов их регулирования и использования в качестве водоприемников мелиоративных систем, а специфические инженерно-геологические условия – способов расчета устойчивости их русел после строительства. Было создано новое научное направление в области регулирования рек, сочетающее совместное решение вопросов гидравлики и механики грунтов [1-3]. При всей важности теоретических и практических выводов, содержащихся в работах по данному направлению исходя из основных положений гидродинамики, в них отсутствуют методические подходы по достоверной количественной оценке эрозионно-аккумулятивных процессов, позволяющих достаточно обоснованно ответить на возникшие практические вопросы при интенсификации сельскохозяйственного использования мелиорированных пойм.

Продолжительность выхода потока на пойму и глубина ее затопления в регулируемых руслах рек-водоприемников увеличивается по мере их трансформации, что приводит к постепенному увеличению площадей затопляемых и подтопляемых земель.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Условия формирования русел рек после их регулирования (спрямление, уширение, углубление и др.) отличны от условий формирования естественных русел, поскольку канализованные русла рек имеют ограничения по морфометрическим формам, представленным преимущественно трапецеидальными или параболическими поперечными сечениями, прямолинейными или слабо извилистыми в плане с увеличенными (по сравнению с естественной трассой) продольными уклонами. Они также имеют ограничения по величине пропускаемого расхода в бровках в пределах максимума весеннего паводья с обеспеченностью 10-25%.

Многолетними наблюдениями РУП «Институт мелиорации» за формированием отрегулированных русел установлено, что такие реки-водоприемники находятся в неудовлетворительном состоянии по условиям прохождения русловых процессов [4]. Они

имеют в большинстве случаев недостаточную транспортирующую способность потока и подвергаются заилению. В качестве примера приведем основные результаты исследований на репрезентативных участках спрямленных рек-водоприемников Оресса, Морочь и Лань.

При оценке трансформации параметров русла р. Орессы были проанализированы данные изысканий и выборочных исследований 1957-1999 гг. и проектные данные 1960 г. [5]. При проектировании проводящих каналов и русла р. Орессы расчетными были приняты две категории стока: максимум весеннего половодья 25%-ной обеспеченности и сток предпосевного периода с полевым севооборотом без озимых культур 15%-ной обеспеченности – с зерновыми 10%-ной обеспеченности [4]. Поэтому русло реки и притоков были выполнены со значительными размерами поперечных сечений. Анализ деформаций поперечных сечений русла по характерным участкам показал, что по всей его длине со временем образовались крупномасштабные русловые формы (ленточные гряды, побочни, плесы и перекаты) с одновременным повышением отметок дна.

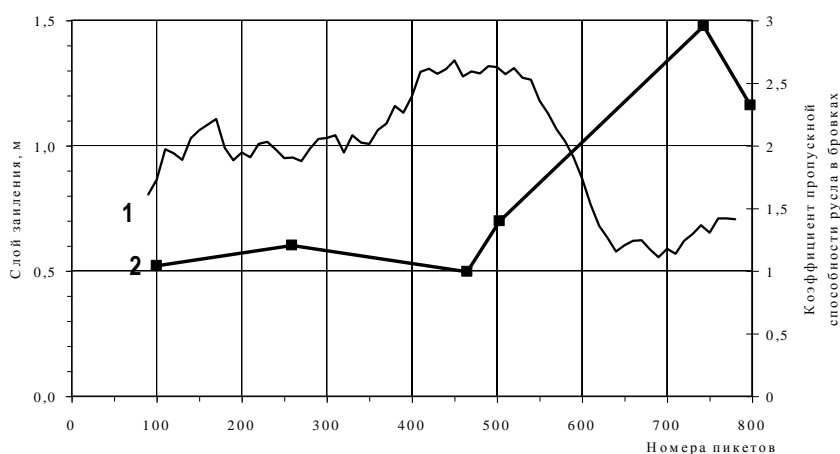
Формирование различных русловых форм и пилообразного профиля дна в отрегулированных реках-водоприемниках является закономерным процессом для русел, восстанавливающих динамическое равновесие в процессе эксплуатации. Особенно интенсивно такие деформации протекают на участках с выборочным спрямлением, где заиление сопровождается размывом бровок и расширением русла с образованием перекатов ниже поворотов за счет неравномерности режима движения потока на изгибах.

На рис. 1 приводятся диаграммы слоя заиления (разностей между отметками дна по данным 1999 г. и проектными отметками дна 1960 г.) и коэффициента пропускной способности русла (превышение расчетного расхода над пропускаемым в бровках по состоянию на 1999 г.). В качестве расчетного принят расход максимума весеннего половодья 10%-ной обеспеченности.

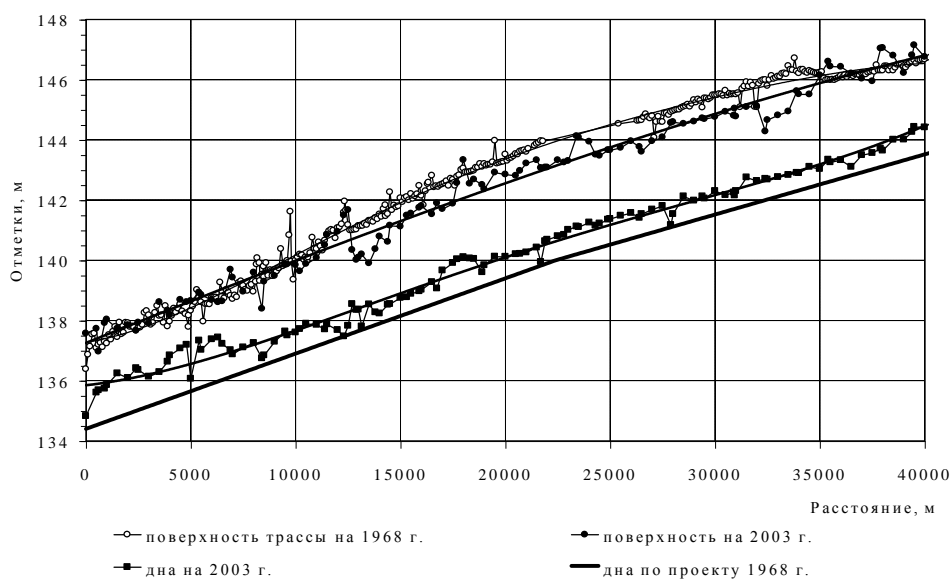
Как видно из рисунка, слой заиления меньше там, где паводковый поток выходит на пойменную часть на более длительный период, т.е. где превышение расчетного расхода над расходом в бровках намного больше единицы. В таких случаях, как показывает анализ, русловой процесс протекает в соответствии с открытой новой закономерностью взаимодействия руслового и пойменного фрагментов потока [6], т.е. косвенно подтверждается процесс выноса наносов из русла на пойму и за счет увеличения длительности стояния уровней выше бровок интенсивность процесса заиления дна уменьшается.

В качестве опытного объекта полевых наблюдений для анализа был выбран спрямленный участок реки-водоприемника Морочь длиной 40 км от устья до водохранилища Красная Слобода.

В геоморфологическом отношении трасса спрямленного русла р. Морочь проходит по заболоченному пойменному массиву, примыкающему к реке. От русла р. Случь до ПК38 трасса проходит в основном по минеральным грунтам (на отдельных участках встречается неглубокий торф). На участке ПК38-ПК166 трасса повсеместно пересекает



**Рис. 1. Диаграммы изменения средневзвешенного слоя заиления (1) и коэффициента пропускной способности русла в бровках (2) по длине русла р. Орессы по состоянию на 1999 г.**



**Рис. 2. Продольные профили р. Морочь**

староречье и проходит в основном в мелких и пылеватых песках (встречающийся торф имеет мощность в среднем 0,8-1 м и только в отдельных местах доходит до 2,5 м). На участке ПК166-ПК400 трасса проходит по левобережной пойме не пересекая староречья. Здесь повсеместно встречается залегание торфов. При этом на участке ПК216-ПК404 трасса проходит в торфяных грунтах с глубиной залегания до 3,5 м.

Параметры русла в бровках были запроектированы исходя из условия обеспечения бесподпорной работы осушительной сети и пропуска расчетных расходов мак-

симула весеннего половодья (МВП) 10%-ной обеспеченности в бровках (допускалось кратковременное затопление трав).

Современное состояние водоприемника на рассматриваемом участке определено на основании обследований и изысканий, выполненных РУП «Белгипроводхоз» (1999) и (2003) и РУП «Институт мелиорации» (2006-2008). Как видно из продольного профиля (рис. 2), за истекший период вследствие осадки и сработки торфяной залежи поверхность берегов русла на участке залегания торфа ПК100-ПК350 понизилась на величину до 1 м. Произошла трансформация русла р. Морочь в сторону отложения наносов и образования перекатов. Водоприемник не обеспечивает пропуск расчетных расходов при сложившихся условиях и часть осушенных земель затопливается и подтапливается в различные расчетные периоды. По состоянию на 2008 г. дно русла реки заилилось по сравнению с проектным на глубину в пределах от 0,5 до 1,5 м и в среднем по участку на 0,74 м.

Из сравнения значений пропускаемых расходов в бровках с расчетными (см.таблицу) следует, что превышение расчетного расхода над пропускаемым в бровках (коэффициент пропускной способности) намного больше единицы для обеспеченности  $P=10\%$  и близко к единице для расчетного расхода обеспеченности  $P = 25\%$ .

**Расчетные расходы воды р. Морочь по состоянию на 2007 г.**

Положение створа	Максимальные расходы воды весеннего половодья, м³/с		Расход в бровках, м³/с	Отношение расчетного расхода к пропускаемому	
	P=10%	P=25%		P=10%	P=25%
ПК409	90,6	19,7	25,9	3,5	0,8
ПК313	113	33,6	27,3	4,1	1,2
ПК105	125	41,3	32,5	3,8	1,3

Для сравнения приведем данные анализа динамики изменения параметров спрямленного русла реки-водоприемника Лань на опытном участке (д. Синкевичи), реконструированном в 1976 г. с приданием ему динамически устойчивой формы сложного сечения [7].

При рассмотрении поперечных и вертикальных деформаций русла сложного сечения по характерным сезонам года, оказалось, что наибольшей интенсивности они достигают в период прохождения весенних половодий. Причем наблюдались разнонаправленные деформации размыва бровок и наращивания прирусловых валов, размыв и заиление дна в зависимости от фазы прохождения половодья, обеспеченности максимума его расхода и степени зарастания поймы растительностью.

По данным исследований, в годы сразу после строительства (1976-1985) бровки межени части русла была недостаточно закреплены травяной растительностью, и при их затоплении, превышающем некоторую величину, их статическая устойчивость не соблюдалась. Со временем пойменная часть русла укрепилась кустарником и камышом и

после 1985 г. (по данным наблюдений) начались процессы сужения и углубления меженной части русла до динамически устойчивых параметров. К 1993 г. по сравнению с 1980 г. глубоководная часть русла ( $H > 0,5$  м) значительно сузилась с одновременным заилением пойменной части.

Примеры, изложенные выше, позволяют сформулировать общие условия динамики руслового режима в канализированных реках-водоприемниках во времени.

Во-первых, подтверждается факт существования двух противоположно направленных режимов эрозионно-аккумулятивных процессов в русловом фрагменте:

- накопление наносов при пропуске расходов ниже бровок;
- вынос части накопившихся в русле наносов при выходе потока на пойму.

Во-вторых, можно предположить, что для каждого морфологически однородного участка или реки в целом существует некоторый руслоформирующий расход в бровках определенной обеспеченности максимума весенних половодий  $P_p$ , при котором в русле наступает равновесие в действии противоположно направленных русловых режимов, т.е. накопление наносов в русловом фрагменте в условиях работы водотока при первом режиме компенсируется выносом накопившихся наносов при работе водотока во втором режиме. Данное предположение подтверждается детальными исследованиями динамики обмена наносами между русловым и пойменными фрагментами, подробно изложенными в [6].

В-третьих, такое равновесие может наблюдаться только в отдельные годы с некоторой расчетной обеспеченностью по водности и продолжительности затопления поймы. В остальных случаях в годы с обеспеченностью выше расчетной (малой водностью) будет преобладать режим накопления наносов в русле, а при обеспеченности ниже расчетной – выноса накопившихся наносов. Поэтому в процессе постоянной трансформации русла его среднесезонные параметры могут повторяться только за определенный период, состоящий из случайного чередования многоводных и маловодных лет.

В-четвертых, наблюдается увеличение обеспеченности пропуска максимальных расходов половодий в бровках по мере наступления стадии динамического равновесия по русловому процессу, т.е. расчетные обеспеченности по гидравлическому  $P_r$  и русловому  $P_p$  режимам не совпадают, и для канализированных рек-водоприемников наблюдается следующее неравенство

$$P_r < P_p . \quad (1)$$

Очевидно, что для всех лет с обеспеченностью расхода максимума весеннего паводка, пропускаемого в бровках, больше расчетной для рек-водоприемников характерны условия, когда формируется режим только накопления наносов в русле. В оставшиеся по обеспеченности годы будут наблюдаться оба режима и с увеличением продолжительности затопления поймы увеличивается значимость режима выноса наносов из русла на пойму. Чем выше расчетная обеспеченность пропуска максимума весеннего поло-

водья в бровках, тем значимей режим выноса наносов из русла. Поскольку после регулирования параметры русла трансформируются в сторону уменьшения их глубины и расхода в бровках, то через некоторый период после строительства наступает равновесие по влиянию двух режимов на трансформацию параметров русла, и условия их работы приближаются к стадии динамического равновесия по русловому режиму.

Для каждого морфологически однородного участка конкретной реки-водоприемника этот процесс не однозначен и требует разработки методики по его прогнозу. Наиболее приемлемым методическим подходом в случаях отсутствия многолетних данных по динамике руслового режима является применение участков-аналогов, для которых имеется необходимый объем полевых наблюдений за деформациями, и данные гидрологической обстановки, такие как многолетний ряд наблюдений за уровнями и расходами, годовые гидрографы, отметки выхода потока на пойму, данные по транспорту наносов и др.

В качестве аналогов на данном этапе могут служить опытные участки рек-водоприемников Оресса, Морочь, Лань, Бобрик и другие, для которых имеются данные многолетних наблюдений за деформациями их русел, с учетом их дополнения данными гидрометрической службы по постам, находящимся в непосредственной близости от них.

В связи с изложенным выше, методологически задача прогноза на данном этапе состоит, во-первых, в определении расчетной обеспеченности  $R_p$  пропуска половодий и паводков в бровках русла из условия равновесия руслового режима и, во-вторых, в прогнозе интенсивности и направленности процессов деформации русла в условиях отсутствия такого равновесия.

Количественная оценка руслового процесса производится с использованием уравнений баланса наносов в виде

$$R' = R'' + \Delta W \rho, \quad (2)$$

где  $R'$  – объем наносов, поступающих через верхний створ участка за заданный промежуток времени, кг;

$R''$  – объем выносимых наносов с участка через нижний створ за тот же промежуток времени, кг;

$\Delta W$  – разница между объемами размывов и заиления на участке, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – плотность отложений наносов, кг/м<sup>3</sup>.

Уравнение (2) справедливо как для всего поперечного сечения реки, так и для любого отдельного фрагмента русла (р) или поймы (п). При делении потока на русловой и пойменный фрагменты для всего поперечного сечения оно переписывается в следующем виде

$$R'_p + R'_n = R''_p + R''_n + (\Delta W_p + \Delta W_n) \rho. \quad (3)$$

Для использования уравнения (2) в прогнозных расчетах необходимо знать как

минимум три показателя из этого уравнения. Если показатели  $\Delta W$  и  $\rho$  легко определяются по данным материалов изысканий, то для определения показателей  $R$  требуются систематические наблюдения за транспортом наносов на водомерных постах.

Для упрощения расчетов вынос наносов в замыкающем створе участка приравнивается к предельной транспортирующей способности потока, которую для условий Республики Беларусь с достаточной точностью можно определить по следующей упрощенной зависимости

$$R' = q_{\text{пр}} B, \quad (4)$$

где  $q_{\text{пр}}$  - удельная предельная транспортирующая способность потока в фрагменте, кг/с м;

$B$  – ширина потока (фрагмента), м;

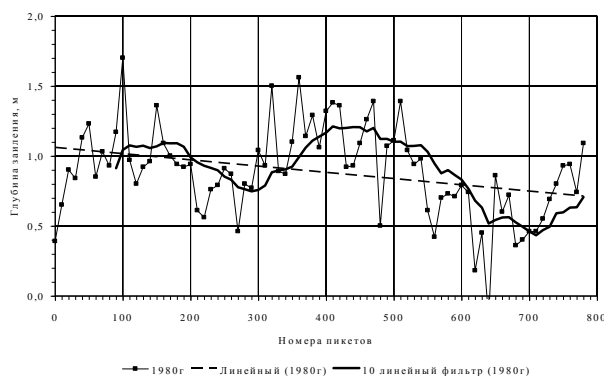
При наличии материалов измерений параметров русла за многолетний период на участках-аналогах, анализ данных о состоянии баланса производится по изменению интегральных эпюр разности поступления и расходования наносов по длине или ширине участка. При построении интегральной эпюры по оси абсцисс откладываются расстояния от постоянного начала по средней линии русла или измерительного створа, а по оси ординат разность (баланс) поступления и расходования наносов  $\Delta W$  или других характеристик размыва или заиления в виде осредненных во времени значений (например глубин заиления дна русла по пикетам или промерным ординатам).

Анализ хода этих эпюр по длине или ширине русла позволяет определить места аккумуляции или размыва и их количественные характеристики.

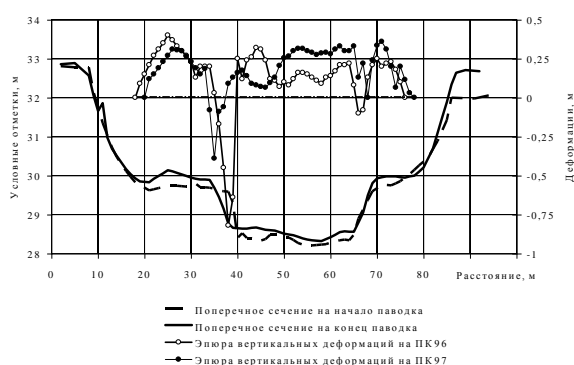
На рис. 3,а приводится эпюра разностей между отметками дна р. Орессы по состоянию на 1980 г. и проектными 1960 г. Из приведенных данных следует, что профиль дна русла по состоянию на 1980 г. имел "пилообразный" характер с превышением отметок дна над проектными на величины, изменяющиеся в больших пределах от 0 до 2 м. Эпюра заиления дна имеет отрицательный линейный тренд по направлению потока, т.е. в нижнем течении реки глубина заиления русла несколько больше чем в верхнем. При обработке полученных данных с помощью текущей средней с шагом осреднения 10 км (линейный фильтр 10) на графике четко выделяются участки с большими и малыми глубинами заиления.

На рис. 3,б приводятся эпюры разностей между отметками поверхности русла в промерных створах на разные даты измерения (эпюры деформаций поперечного сечения) для опытного участка русла р. Лань. На эпюрах четко прослеживаются зоны деформаций заиления и размыва в поперечном направлении русла.

Анализ интенсивности аккумулятивно-эрозионных процессов в любом створе или на участке производится путем построения интегральных эпюр баланса наносов во времени. При построении эпюр по оси абсцисс откладываются временные интервалы



а



б

**Рис. 3. Интегральные эпюры баланса наносов: а – превышения отметок дна р.Орессы по состоянию на 1980 г. над проектными (1960); б – вертикальных деформаций русла р.Лань**

уменьшаются, и на ПК80 уже в первые годы после строительства наблюдался размыв русла. В последние 10 лет деформации русла практически затухают, что свидетельствует о наступлении стадии динамического равновесия по русловому режиму, т.е. период интенсивного руслового процесса для русла р. Бобрик на устьевом участке находится в пределах от 8 до 12 лет после строительства.

При уровнях воды выше бровок в канализированных реках-водоприемниках происходит вынос наносов из русла на пойму с некоторым переменным по длине и во времени удельным расходом  $q_s$ , кг/с м, который при отсутствии данных измерений рекомендуется определять по следующей зависимости

$$q_s = 3[u_p(u_p - u_n)h^{0.2}]^{2.74}, \quad (5)$$

где  $u_p$  и  $u_n$  – средние продольные скорости соответственно в русловом и пойменном фрагментах потока, м/с;

$h$  – глубина потока в вертикальной плоскости раздела фрагментов, м.

(например, период после строительства), а по оси ординат – нарастающие во времени объемы деформаций.

По ходу эпюр во времени определяются как количественные характеристики деформаций, так и периоды интенсивного (крутой уклон кривых) и затухающего (уклон, близкий к горизонтальной прямой) прохождения руслового процесса.

На рис.4 представлены такие эпюры для устьевом участке русла р. Бобрик за 20-летний период наблюдений после строительства. Из рисунка видно, что наибольшие суммарные объемы деформаций в сторону заиления происходили на ПК32 со средней интенсивностью в первые 10 лет после строительства – 1,58 м<sup>3</sup>/год на погонный метр русла. Затем по мере удаления от устья объемы заиления и их интенсивность



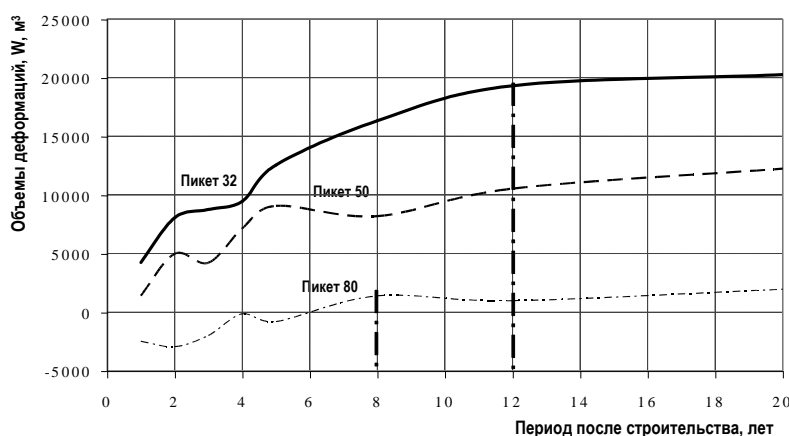


Рис. 4. Интегральные кривые деформаций русла р. Бобрик во времени для створов, расположенных на различных пикетах

Зависимость (5) справедлива при соблюдении следующих условий:

- условие движения наносов в русловом фрагменте

$$U_p > U_n; \quad (6)$$

- условие статической устойчивости бровок

$$U_{гр.н} < U_{гр.с}; \quad (7)$$

где  $U_n$  – неразмывающая скорость по Э.И. Михневичу [2], м/с;

$U_{гр.н}$  и  $U_{гр.с}$  – соответственно неразмывающая и средняя скорости на границе фрагментов по данным автора [8], м/с.

При расчетах строится график изменения во времени удельного расхода  $q_s$  для периода выхода потока на пойму. По данным расчета определяется суммарный объем перемещения наносов из русла на пойму в процессе прохождения паводка.

В качестве примера на рис. 5 представлен такой график для одного из створов русла р. Лань. Площадь графика соответствует суммарному удельному весу перемещенных наносов из руслового фрагмента в пойменные за период выхода потока на пойму с 24.03.79 по 24.04.79. Для данного случая по расчету он равен 6,41 т/м, или 3,96 м<sup>2</sup> при плотности сложения наносов  $\rho = 1620$  кг/м<sup>3</sup>.

Аналогичным образом определяются объемы перемещения наносов из русла на пойму для ряда лет исследуемого периода.

В качестве примера на рис. 6 представлена рассчитанная по гидрографам диаграмма объемов перемещенных наносов из руслового фрагмента в пойменные для створа русла р. Лань на ПК 96 за период с 1977 по 1983 гг. суммарный удельный вес перемещенных наносов за рассматриваемый период составил  $\sum \Delta P = 10,4$  т/м, или  $\sum \Delta W = 6,4$  м<sup>2</sup>.

Прогнозируемые объемы отложений наносов в русле или на пойме выборочно контролируются по данным измерений поперечных сечений на отдельных репрезентативных участках после строительства путем их сравнения.

Для рассматриваемого на рис. 3,6 случая измеренный удельный объем отложений на пойме р. Лань в створе ПК 96 за период с 17.07.78 по 25.10.79 гг. составил

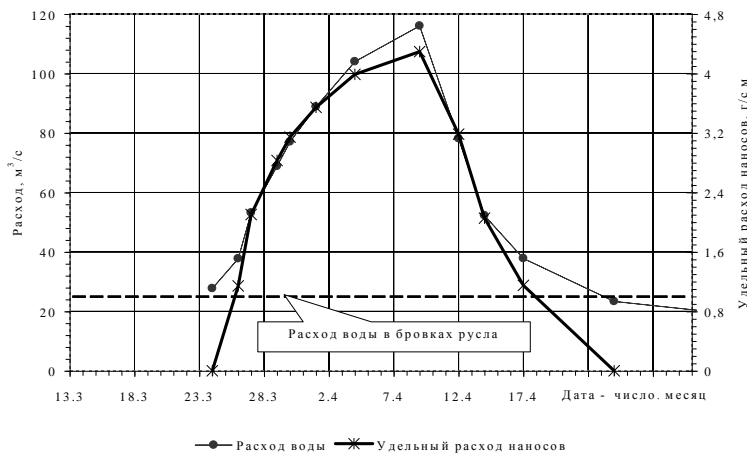


Рис. 5. Гидрограф расхода воды половодья 1979 г. и график изменения удельного переноса наносов из руслового фрагмента в пойменные для поперечного сечения русла р. Лань на ПК 96

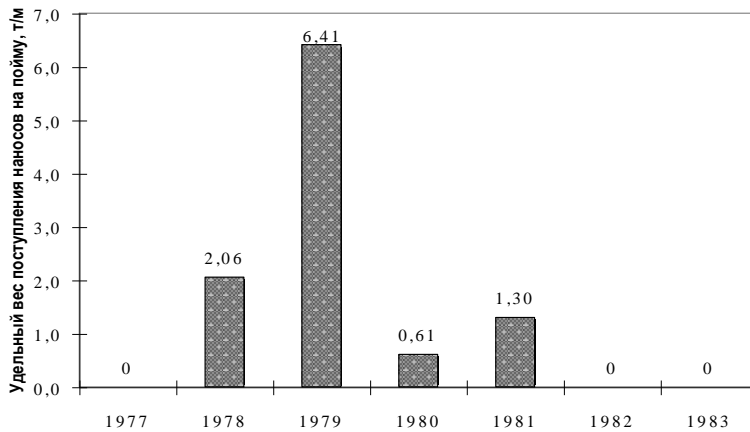


Рис. 6. Диаграмма перемещения наносов из русла на пойму р. Лань на ПК96

$\Delta W_{из.п} = 5,01 \text{ м}^2$ , или при плотности сложения наносов  $\rho = 1620 \text{ кг/м}^3$  измеренный удельный вес отложений составил  $\Delta P_{из.п} = 8,1 \text{ т/м}$ , а по расчету (рис. 6)  $\Delta P_{рас.п} = 6,41 \text{ т/м}$ . Для руслового фрагмента за этот же период удельный объем заиления составил  $\Delta W_{из.р} = 4,06 \text{ м}^2$ , или при одинаковой плотности сложения  $\Delta P_{из.р} = 6,6 \text{ т/м}$ .

Данные баланса свидетельствуют, что поступления наносов в русло на данный участок через верхний створ в годовом разрезе больше, чем его вынос через нижний створ, и они отложились на дне русла и поймы. Одновременно произошло расширение руслового фрагмента за счет размыва откосов (рис. 3,б).

Для данного участка за период с 1977 по 1985 гг. построены интегральные кривые деформаций (рис. 7) по рассчитанным и измеренным данным.

На пойменной части удельный объем заиления по рассчитанным и измеренным данным за рассматриваемый период составил соответственно  $\Delta W_{из.п} = 7,86 \text{ м}^2$  и  $\Delta W_{рас.п} = 7,63 \text{ м}^2$ .

В русловом фрагменте приблизительно после 1981 г. изменился режим деформаций с заиления на размыв и за весь период удельный объем заиления составил только

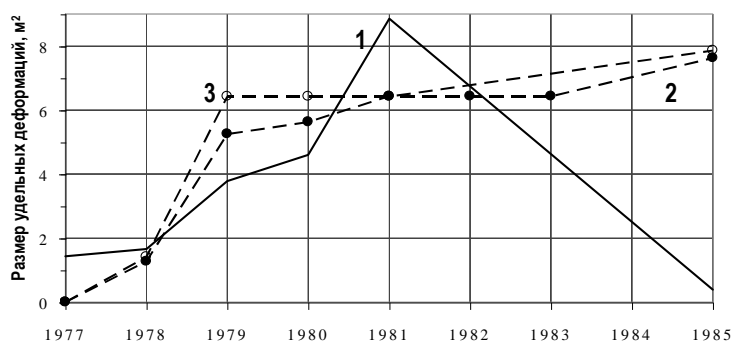


Рис. 7. Интегральные эпюры деформаций на ПК96 русла р. Лань. 1 – русловой фрагмент (измеренные); 2 – пойменный (по расчету); 3 – пойменный фрагмент (измеренные)

0,4 м<sup>2</sup>, т.е. в русловом фрагменте баланс наносов свидетельствует о формировании параметров поперечного сечения, соответствующего состоянию динамического равновесия.

Расчетная обеспеченность расхода в бровках по русловому процессу  $P_p$  определяется по рекам-аналогам или опытным участкам с руслами, находящимися в стадии динамического равновесия.

Например для русла р. Морочь, находящегося в стадии динамического равновесия, следует (см. таблицу), что превышение расчетного расхода над пропускаемым в бровках (коэффициент пропускной способности) намного больше единицы для обеспеченности  $P=10\%$  и близко к единице для расчетного расхода обеспеченности  $P=25\%$ , который и можно принять в качестве расчетного по русловому процессу.

После проведения количественной оценки руслового процесса по существующему состоянию параметров русла или намеченным мероприятиям по их изменению, проводится прогноз его устойчивости из условия динамического равновесия.

### Выводы

1. Анализ динамики трансформации параметров русел канализированных рек-водоприемников во времени на участках, находящихся в длительной эксплуатации без ремонта, выявил, что обеспеченность пропуска расходов максимума весеннего половодья в бровках увеличивается (расход в бровках уменьшается) по мере наступления стадии динамического равновесия по русловому процессу.

2. При прочих равных условиях слой заиления меньше там, где паводковый поток выходит на пойменную часть на более длительный период. Таким образом, косвенно подтверждается процесс повышения интенсивности выноса наносов из русла на пойму за счет увеличения длительности затопления поймы. После наступления равновесия между поступлением и выносом наносов на рассматриваемом участке русла однопольный процесс повышения отметок дна прекращается.

3. Расчетные обеспеченности пропуска максимума весеннего половодья в бровках русла по гидравлическому ( $P_r$ ) и русловому ( $P_p$ ) режимам не совпадают, и для канализированных рек-водоприемников в первые годы после строительства (реконструкции) характерно неравенство  $P_r < P_p$ .

4. В связи с большой значимостью возможности прогнозирования направления и интенсивности трансформации параметров русла во времени, рекомендуется такой прогноз проводить для каждого морфологически однородного участка.

5. Приемы выявления схем деформаций речного русла, получения их количественных характеристик и связей с определяющими факторами, изложенные в данной статье, позволяют при технико-экономическом сравнении вариантов по реконструкции рек-водоприемников прогнозировать объемы ремонтных работ по подчистке русла от наносов на стадии проектирования.

### Литература

1. Печуров, А.Ф. Устойчивость русел рек и каналов/ А.Ф. Печуров.– Мн.: Ураджай, 1989. – 644 с.
2. Михневич, Э.И. Устойчивость русл открытых водотоков / Э.И. Михневич. – Мн: Ураджай, 1988. – 240 с.
3. Карнаухов, В.Н. Приемы по управлению гидравлическим и русловым режимами рек-водоприемников с учетом требований охраны природы / В.Н. Карнаухов. // Мелиорация переувлажненных земель: сб. науч. работ / БелНИИМил. – Мн., Т. 48. – 2001. – С. 122-131.
4. Карнаухов, В.Н. Влияние гидротехнических мелиораций на развитие русловых процессов в канализированных реках-водоприемниках / В.Н. Карнаухов // Повышение эффективности мелиорации сельскохозяйственных земель: докл. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Института мелиорации и луговодства НАН Беларуси и 95-летию со дня рождения академика С.Г.Скоропанова. – Мн., 2005. – С. 130-132.
5. Карнаухов, В.Н. Гидроморфологический анализ динамики руслового режима реки-водоприемника Орессы/ В.Н.Карнаухов, Г.В. Щеголютина // Мелиорация переувлажненных земель. Сборник научных работ. Т. XLVII, 2000. – С. 10-20.
6. Карнаухов, В.Н. Применение закона изменения количества движения в задачах расчета взвешенного потока со смежными фрагментами, имеющими различные гидравлические и морфометрические параметры /В.Н.Карнаухов // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных мелиоративных технологий: сб.науч.тр. Вып.3. – Рязань: Мещерский ф-л ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2008. – С.405-411.
7. Карнаухов, В.Н. Формирование отрегулированного русла р. Лани на участке со сложным поперечным сечением /В.Н.Карнаухов // Конструкции и расчеты осушительно-увлажнительных систем. – Мн., 1980. – С.115-125.
8. Карнаухов, В.Н. Пропускная способность обвалованных участков рек-водоприемников и русел сложной формы /В.Н.Карнаухов // Проектирование и строительство каналов и гидротехнических сооружений на слабых и структурно-неустойчивых грунтах. – М.: Союзводпроект, 1987. – С. 41-48.

### Summary

#### Karnauchov V. Prediction of Sedimentation of Canalized Rivers-Water Intakes

The results of many years' supervision for changes of bed and hydraulic conditions in rectified rivers-water intakes and transformation of beds are analyzed. The process of formation of dynamically stable bed parameters as a result of accumulation of silts and their removal onto the bottomland is considered. Suggested: Systematic approaches for prediction of dynamics of erosion accumulating processes within the area of interaction of bed and bottomland fragments of stream flow so enabling to determine the tendency of bed deformation processes.