

**ОБОСНОВАНИЕ СРОКОВ РЕМОНТА КАНАЛОВ
ОТКРЫТОЙ ПРОВОДЯЩЕЙ СЕТИ ПО ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗАТОПЛЕНИЯ
МЕЛИОРИРОВАННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ**

Ф.В. Саплюков, кандидат технических наук

Г.Ю. Левин, ведущий научный сотрудник
РУП «Институт мелиорации»

Ключевые слова: открытая проводящая сеть, заиление, периодичность ремонта, пропускная способность русла, продолжительность затопления, гидрографы-аналоги

Введение

По действующей в настоящее время организационной схеме планирования ремонтно-эксплуатационных работ [1] выбор каналов открытой проводящей сети для ремонта, определение его вида производится в основном экспертным путем. Приведенное в классификаторе разделение на текущий, капитальный, аварийный ремонты, технический уход не сопровождается назначением четких критериев для их установления. Например, по рекам-водоприемникам, магистральным и проводящим каналам к капитальному ремонту относят работы по восстановлению проектных параметров водотоков при нарушении пропускной способности русла в широком диапазоне – от 20 до 50%. Так же обстоит дело с условиями отнесения к текущему ремонту либо уходу.

В связи с этим предлагается для обоснования периодичности проведения ремонтных работ рек-водоприемников, магистральных и проводящих каналов оценивать их на способность пропуска расчетных расходов при фактическом состоянии русла (заиление, зарастание и др.). При этом влияние пропускной способности на водный режим мелиорированных земель: продолжительность затопления и подтопления в периоды весенних и летне-осенних паводков, запаздывание проведения весенних полевых работ и уборки урожая, обуславливающие ущербы сельскохозяйственному производству, оценивать расчетным путем. Результаты таких расчетов позволят определить экономическую эффективность, сроки и виды ремонтных работ.

В основу методики обоснования положены гидравлические и гидрологические характеристики водотока. Гидравлические расчеты выполняются для определения пропускной способности русла в условиях заиления наносами (бузой) с учетом степени зарастания водной и надводной растительностью и др. Гидрологическими расчетами определяется влияние установленной пропускной способности русла на продолжительность затопления и подтопления сельскохозяйственных угодий, запаздывание производства весенних полевых работ, уборки урожая и т.д.

Для использования предлагаемой схемы в эксплуатирующих организациях при

составлении строительных проектов производства ремонтных работ рек-водоприемников и магистральных каналов проектные организации должны разрабатывать эксплуатационные диспетчерские графики режимов их работы [2], представляющие зависимости между высотой заилиения (степенью зарастания) русла и площадью затопления (подтопления), продолжительностью затопления, запаздыванием сроков сева, уборки и ущербами сельскохозяйственному производству от этих явлений. Для других проводящих каналов эту работу при необходимости могут выполнить эксплуатирующие организации.

Эксплуатирующие организации проводят измерения поперечных сечений русла водотока в местах изменения расходов (указаны на проектном продольном профиле) с частотой 2–3 года. По данным измерений определяют глубину заилиения и затем по диспетчерским графикам указанные выше показатели режимов работы водотоков.

Методика и результаты

Как следует из рабочей гипотезы, определение целесообразности проведения ремонтно-эксплуатационных работ (РЭР) открытой сети, установление видов и объемов ее ремонта предлагается осуществлять с учетом результатов в сельхозпроизводстве, в частности, по длительности затопления и подтопления осушенных земель, запаздывания сева и т. д., в зависимости от заилиения (зарастания). Эти параметры определяют по гидрографам паводков расчетной обеспеченности.

В нормативном пособии [3] рассматривается построение расчетных гидрографов половодья следующими способами: по гидрографу-аналогу и по уравнению гидрографа. Более усовершенствованный способ построения расчетных гидрографов весеннего половодья неизученных водотоков Беларуси излагается в работах В.Ф. Шебеко [4] и А.И. Ивицкого [5] по обобщенному гидрографу. Этот метод применим для любого неизученного водотока, если при этом вычислить относительные координаты осредненного безразмерного гидрографа реки-аналога за годы с максимальными объемами стока или расходами, вошедшими в верхнюю часть кривой обеспеченности (от 10% и менее). Однако этот способ весьма трудоемкий. Безразмерные модели построены для 55 пунктов территории Беларуси, на основании которых выделено пять гидрологических районов. На основе осредненных внутри районов гидрографов получены безразмерные обобщенные модели весеннего половодья для лет различной водности и разных градаций водосборных площадей: менее одной тысячи километров квадратных, одна-две, две-пять тысяч километров квадратных и т. д. В осреднение вошли гидрографы каналов, малых естественных рек, отрегулированных водоприемников и т. д.

В табл.1 приведены основные безразмерные показатели (максимальный расход $K_{Q_{max}}$, время подъема K_{Tn} до пика половодья), полученные при осреднении внутри гидрологического района (Полесье), и в зонах деятельности эксплуатационных организаций. Они показывают, что безразмерные максимальные расходы конкретных водотоков значительно отличаются от осредненных внутри гидрологического района.

Таблица 1. Основные показатели гидрографов, полученные по осреднению внутри гидрологического района (Полесье) и в зонах деятельности районных ПМС

Район	Река, канал, пункт	Площадь водосбора, км ²	Безразмерные показатели гидрографов			
			административный район		гидрологический район Полесья	
			K _{Qmax}	K _{тп}	K _{Qmax}	K _{тп}
Любанский	Марьинский канал – с. Кузьмичи	211	2,52	0,29	5,60	0,21
	Колодн्यानский канал – с. Волое	63,5	5,90	0,23	8,50	0,19
	Оресса – с. Верхутино	520	5,60	0,20	5,60	0,21
Калинковичский	Виша – с. Озаричи	130	4,49	0,30	5,60	0,21
	Иппа – с. Рыловичи	398	5,19	0,37	5,60	0,21
	Вить – с. Борисовщина	782	3,14	0,25	5,60	0,21
Речицкий	Ведрич – с. Бабичи	438	3,87	0,30	5,60	0,21
Гомельский	Уза – с. Прибор	760	4,96	0,21	5,60	0,21
	Уть – с. Прибытки	310	7,40	0,22	5,60	0,21

Для времени подъема в шести случаях из девяти местные (фактические) величины превышают осредненные по региону Полесья в 1,2-1,76 раза. Это означает, что при использовании осредненных по региону показателей для построения расчетных гидрографов продолжительность затопления (подтопления) часто будет меньше по сравнению с длительностью в условиях местного формирования весеннего половодья.

Для отработки методики нами подобраны водосборы-аналоги районной принадлежности (табл.2) с длительными периодами наблюдений после проведения мелиоративного строительства. Получены безразмерные координаты гидрографов малых отрегулированных каналов-аналогов для мелиоративных систем Любанского, Калинковичского, Речицкого районов (табл.3).

Таблица 2. Физико-географические характеристики каналов и рек-аналогов

Район	Канал, река, пункт	Площадь водосбора, км ²	Продольный уклон водосбора, %	Заболоченность, %			Лес по суходолу, %	Длина канала, км	Год ввода в эксплуатацию
				болота	суммарная	в т. ч. освоенная			
Любанский	Марьинский – с. Кузьмичи	211	0,23	-	61	43	10	21	1968*
	Колодн्यानский – с. Волое	63,5	0,64	14,3	14,3	14,3	13	14	1953
Калинковичский	Виша – с. Озаричи	130	0,40	22	22	12	32	38	1965
	Иппа – с. Рыловичи	398	0,24	0	22	22	36	48	1964
Речицкий	Ведрич – с. Бабичи	438	0,18	3	43	25	23	30	1960

* Приведен год капитального ремонта канала.

Таблица 3. Безразмерные координаты гидрографов водосборов-аналогов для каналов мелиоративных систем Любанского, Калининковского, Речицкого районов

Район	Координаты	Подъем								Максимум	Спад							
		100	90	75	50	30	10	10	30		50	75	90	100				
<i>Канал Марьинский – с. Кузьмичи</i>																		
Любанский	К _а	0,12	0,21	0,34	0,54	0,69	0,92	1,0	0,92	0,69	0,54	0,38	0,33	0,31				
	К _т	0	0,08	0,17	0,25	0,30	0,39	0,45	0,50	0,61	0,73	0,94	0,97	1,0				
	Дата	17.03	21.03	25.03	29.03	31.03	5.04	8.04	10.04	15.04	21.04	30.04	4.05	4.05				
<i>Канал Колодянский – с. Воле</i>																		
Любанский	К _а	0,02	0,07	0,10	0,21	0,33	0,74	1,0	0,74	0,33	0,21	0,10	0,07	0,06				
	К _т	0	0,03	0,15	0,17	0,31	0,34	0,39	0,42	0,51	0,69	0,81	0,91	1,0				
	Дата	18.03	19.03	22.03	23.03	26.03	27.03	28.03	29.03	1.04	5.04	8.04	11.04	13.04				
<i>Водосбор реки (канала) Виша – с. Озаричи</i>																		
Калинковичский	К _а	0,06	0,09	0,13	0,21	0,33	0,64	1,0	0,64	0,33	0,21	0,14	0,11	0,10				
	К _т	0	0,09	0,14	0,27	0,32	0,41	0,45	0,50	0,61	0,79	0,91	0,97	1,0				
	Дата	9.03	12.03	16.03	21.03	23.03	27.03	29.04	31.03	5.04	13.04	18.04	22.04	22.04				
<i>Водосбор реки Игла – с. Рыловичи</i>																		
Калинковичский	К _а	0,08	0,10	0,15	0,26	0,43	0,71	1,0	0,71	0,43	0,43	0,17	0,15	0,14				
	К _т	0	0,09	0,14	0,21	0,26	0,33	0,37	0,46	0,56	0,72	0,88	0,95	1,0				
	Дата	14.03	17.03	19.03	22.03	24.03	27.03	29.03	2.04	6.04	13.04	20.04	23.04	25.04				
<i>Водосбор р. Ведрич – с. Бабичи</i>																		
Речицкий	К _а	0,03	0,11	0,15	0,24	0,42	0,88	1,0	0,88	0,42	0,24	0,15	0,11	0,10				
	К _т	0	0,11	0,15	0,25	0,32	0,40	0,46	0,51	0,65	0,76	0,89	0,97	1,0				
	Дата	2.03	11.03	17.03	21.03	23.03	27.03	29.03	30.03	6.04	13.04	18.04	22.04	21.04				

Ординаты (ось расходов) выражены:

в долях от максимального расхода $K_o = \frac{Q_i}{Q_{\max}}$ и абсциссы (ось времени) $K_t = \frac{t_i}{T}$

где Q_{\max} – максимальный расход, T – продолжительность паводья.

Учет дождевых паводков

Дождевые паводки формируются при выпадении интенсивных осадков. Для расчета паводков на неизученных водотоках, которыми обычно являются малые водоприемники и магистральные каналы, используются данные по единичным наибольшим паводкам за теплый период года на изученных водосборах-аналогах.

Основными измеренными параметрами гидрографов дождевых паводков являются: максимальный (пиковый) расход; продолжительность паводка; продолжительность подъема паводка; объем всего паводочного стока; объем стока за период подъема паводка.

Измерения обрабатываются по методике Республиканского гидрометеорологического центра Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. В качестве характеристики формы гидрографа принято четыре параметра:

1) продолжительность паводка;

2) коэффициент неравномерности формы гидрографа (γ), представляющий собой отношение между максимальным среднесуточным расходом воды и средним расходом за паводок:

$$\gamma = \frac{qT}{11,6h} \quad (1)$$

где h – слой стока за паводок, мм; q – максимальный среднесуточный модуль стока, л/с с 1 км²; T – продолжительность паводка, сутки;

3) коэффициент несимметричности гидрографа (K_s):

$$K_s = \frac{h_n}{h} \quad (2)$$

где h_n – слой стока за период подъема паводка, мм; h – слой стока за паводок;

4) продолжительность подъема паводка (t_n):

$$t_n = T \frac{h_n}{h} \quad (3)$$

Формулы для определения коэффициентов γ и K_s приведены в методике Республиканского гидрометеорологического центра.

В табл.4 приведены исходные данные для построения гидрографов дождевых паводков в водосборах отрегулированных водоприемников Ведрич (Речицкий район), Уза (Гомельский район). Параметры гидрографов получены путем осреднения трех-

Таблица 4. Параметры гидрографов-аналогов для магистральных и других крупных каналов в водосборах водоприемников Ведрич и Уза

Водоприемник	F, км ²	Q _{max} , м ³ /с	q, л/с с 1 км ²	T, сут.	h, мм	h _п , мм	t _п , сут.	K _s	h/q	g
Ведрич – с.Бабичи	438	7,30	16,7	32	21	6,5	10	0,31	1,28	2,2
Уза – с.Прибор	760	12,03	15,8	22	11	3,3	7	0,30	0,70	2,7

четырёх наблюдаемых высоких паводков, вошедших в верхнюю часть кривой обеспеченности объемов паводков (от 10% и менее). При использовании метода аналогии параметры K_s и γ принимаются постоянными.

Построение гидрографов дождевых паводков в других створах выполняется в следующем порядке:

- рассчитывают продолжительность паводка по формуле:

$$T_p = 11,6 \gamma \frac{h_p}{q_p}, \quad (4)$$

где T_p, h_p, q_p – соответственно расчетные продолжительность, слой и модуль стока паводка для данного водотока;

- определяют продолжительность подъема паводка:

$$t_{np} = K_s \cdot T_p. \quad (5)$$

Таблица 5. Безразмерные гидрографы летних дождевых паводков водоприемников в Речицком и Гомельском районах

Водоприемник	Координаты гидрографа												
	K _t	0,40	0,50	0,60	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,6	2,0	2,6
Ведрич – с. Бабичи	K _Q	0,19	0,40	0,61	0,79	0,9	0,98	1,0	0,94	0,88	0,66	0,40	0,16
	K _t	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,6	2,0	2,6
Уза – с. Прибор	K _Q	0,28	0,49	0,69	0,83	0,93	0,98	1,0	0,91	0,85	0,73	0,49	0,25
	K _t	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,3	1,6	2,0	2,6

Безразмерные координаты гидрографа-аналога для данного канала (табл. 5) умножают на расчетные величины расхода Q_{max p} (ось ординат) и продолжительности подъема паводка t_{np} (ось абсцисс) для данного водотока.

Выводы

1. Разработанную методику рекомендуется использовать для обоснования периодичности текущего и капитального ремонтов гидравлически рассчитываемых каналов в водосборах-аналогах, для которых имеются ряды наблюдений. При этом для малых каналов сначала необходимо оценить влияние на них режима работы более крупных каналов, в том числе и водоприемника в условиях заиления и зарастания их русел. Для учета эффекта подпора при нарушении пропускной способности (в связи с заилением или зарастанием русла принимающего водотока) необходимо также оценивать взаимное

влияние уровней воды в водотоках различных порядков, в том числе и водоприемника на водный режим прилегающих к ним сельскохозяйственных угодий. Продолжительность затопления и подтопления весенними половодьями и летне-осенними паводками определяется по расчетным (типовым) гидрографам.

2. Обобщенные безразмерные типовые гидрографы, в частности для региона Полесья, по параметрам максимального расхода и продолжительности подъема весеннего половодья для малых водотоков значительно отличаются от значений моделей районной принадлежности, например, по времени подъема до 1,7 раза (Любанский, Калинковичский, Речицкий районы). Это обусловлено осреднением параметров гидрографов средних и малых водотоков, при этом без выделения периода наблюдений на водпостах гидрометслужбы после проведения мелиоративных работ.

3. Для приведенных районов определены водосборы-аналоги и для них установлены параметры весенних половодий и летне-осенних паводков (по трем-четырем гидрографам в периоды высокой водности).

4. Предлагаемая модель рекомендуется для построения расчетных гидрографов малых водотоков, принадлежащих водосборам-аналогам, или примыкающих к ним, по которым определяются продолжительность затопления и подтопления земель, запаздывание посева сельскохозяйственных культур при различных величинах заилиения в природных условиях, характерных для данного мелиоративного объекта.

Литература

1. КМДМ 1.06-01. Организация работ по проектированию, строительству и эксплуатации: Минсельхозпрод РБ. – 2006. – 56 с.
2. Ресурсосберегающая технология эксплуатации мелиоративных систем на органогенных почвах. Методические указания: РУП «Институт мелиорации и луговодства». – Мн., 2006. – 44 с.
3. Пособие к СНИП 2.01.14-83. Определение расчетных гидрологических характеристик. – Мн., 1997. – 182 с.
4. Шебеко, В.Ф. Указания по построению расчетных гидрографов весеннего половодья рек БССР /В.Ф. Шебеко. – М.: Минводхоз СССР, 1978. – 142 с.
5. Ивицкий, А.И. Основы проектирования и расчетов осушительных и осушительно-увлажнительных систем. /А.И.Ивицкий. – Мн.: Наука и техника, 1988. – 312 с.

Summary

Saplyukov F., Levin G. Justification of Repair of the Open Conducting Network According to the Duration of Flood of the Ameliorated Agricultural Lands

The technique for construction of the typical hydrographs of the spring and rain floods has been presented. The effect of the tested conveyance on the duration of the flood and impoundment of the agricultural lands, delay of performing the spring field works, harvesting conditions, terms of sawing the winter crops, etc. that conditions the damages to the agricultural production are determined by the hydrological calculations. The conveyance is determined by the ordinary methods of hydraulics. It is recommended to determine the characteristics of the water regime causing the damages according to the design hydrographs constructed according to the watercourse analogues of regional belonging with long-term periods of observations after performing the ameliorative construction. Such an approach makes it possible to take into account the local conditions to the maximum extent and refuse the sophisticated calculations of the nonstationary waterflow in canals.

Поступила 6 июня 2008 г.