

### Влияние водохозяйственных прудов на максимальный расход речного стока в лесостепной зоне

При проведении работ по определению границ зон затопления на территории отдельных населенных пунктов Воронежской области, согласно требованиям нормативных документов [1, 2], был проведен анализ однородности рядов максимальных расходов воды весеннего половодья ( $Q$ ) по гидрологическим постам, выбранных в качестве рек-аналогов. В результате было отмечено, что в начале 80-х годов произошло изменение режима весенних расходов воды.

Это хорошо иллюстрирует график изменения максимальных расходов весеннего половодья по годам наблюдений (рис.1) и график суммы максимальных расходов по годам наблюдений (рис.2) на гидрологическом посту р. Битюг-пгт. Мордово.

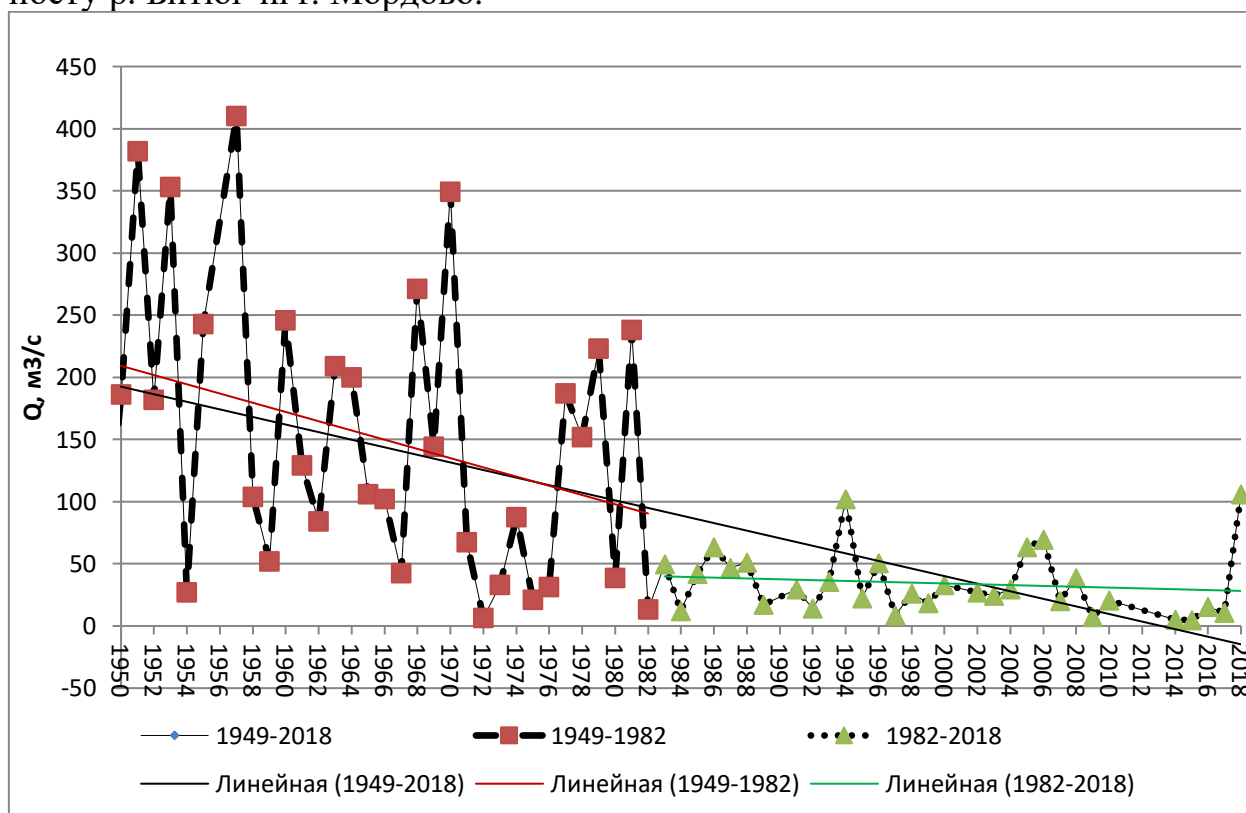


Рис.1 График изменения максимальных расходов весеннего половодья по годам наблюдений, гидрологический пост р. Битюг-пгт. Мордово.

Ряд данных был признан неоднородным, так как не подтвердилась: 1) гипотеза однородности выборочных дисперсий, критерий Фишера  $F=26,01$ , что больше критического  $F_{\alpha} = 2,4$  для уровня значимости  $\alpha=1\%$ ; 2) гипотеза однородности выборочных средних, критерий Стьюдента  $t=5.81$ , что больше критического  $t_{\alpha}=4.05$ .

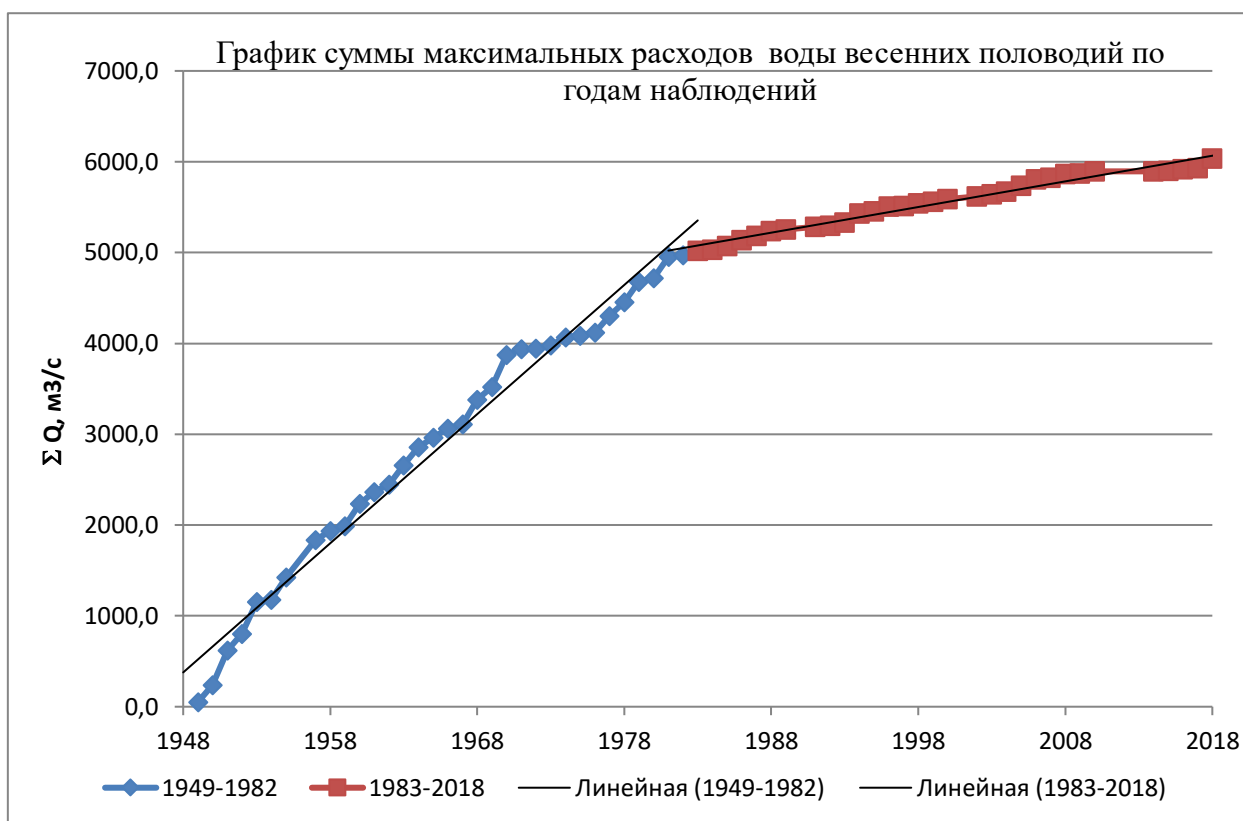


Рис.2 График суммы максимальных расходов воды весеннего половодья по годам наблюдений, гидрологический пост р. Битюг-пгт. Мордово.

По каждой выделенной совокупности данных были построены аналитические кривые обеспеченности. По значениям вероятностей  $P_1$  и  $P_2$  однородных элементов рассчитана общая аналитическая кривая. Значения максимальных расходов воды весеннего половодья  $Q_{P\%}$  заданной обеспеченности для каждой аналитической кривой приведены в таблице 1.

Таблица 1

Совокупность данных	Среднеарифметическое $Q_0, \text{м}^3/\text{с}$	Максимальные расходы воды весеннего половодья заданной обеспеченности $Q_{P\%}, \text{м}^3/\text{с}$					
		$P_{1\%}$	$P_{3\%}$	$P_{5\%}$	$P_{10\%}$	$P_{25\%}$	$P_{50\%}$
1949-1982 гг.	151	465	404	372	318	226	128
1983-2018 гг.	34	120	95,9	84,4	68,5	45,5	28,3
Общая кривая	94	438	369	330	264	143	50,6

Расходы, как среднеарифметических, так и расчетной обеспеченности, в выделенных периодах отличаются друг от друга почти в пять раз.

Точно такие же переломы отмечаются и на других гидрологических постах с полными рядами наблюдений: р. Битюг-г. Бобров, р. Ворона-г. Борисоглебск, р. Хопер-г. Поворино, р. Тихая Сосна-г. Алексеевка. Меняется лишь год перелома, так на створе р. Тихая Сосна-г. Алексеевка – это 1973 г., на створах р. Ворона-г. Борисоглебск, р. Хопер-г. Поворино – 1983 г.

Единственно лишь, что на больших реках (Хопер, Ворона) эта разница не столь разительна.

Как известно, в 1966 году в Советском Союзе была принята программа широкомасштабной мелиорации сельскохозяйственных земель (Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 16 июня 1966 года «О широком развитии мелиорации земель для получения высоких и устойчивых урожаев зерновых и других сельскохозяйственных культур») [3]. В результате выполнения этой программы с 1966 по 1990 годы площади орошаемых земель в РФ увеличились с 1510 до 6156 тысяч гектаров [3]. Основным источником воды для орошения стали построенные мелиоративные водохранилища и пруды. Так, в Воронежской области около 70% воды для орошения берется из искусственных водоемов.

Например, на отдельно взятой водосборной площади створа р. Битюг-пгт. Мордово в настоящее время расположено около 140 прудов общей площадью ~ 12,4 км<sup>2</sup>, из них мелиоративных прудов, условно построенных после 1966 г., ~ 42, общая площадь которых составляет ~ 9,7 км<sup>2</sup>.

Естественно предположить, что разница в максимальных расходах весеннего половодья до начала 80-х годов и после связана со строительством мелиоративных прудов. Данную гипотезу хорошо иллюстрирует график среднемесячных расходов воды в створе р. Битюг-пгт. Мордово в периоды: 1963-1966 гг; 2014-2017 гг [4, <https://gmvo.skniivh.ru>](рис.3).



Рис. 3 Среднемесячные расходы воды в створе р. Битюг-пгт. Мордово

Разница средних апрельских расходов воды в периоды 1963-1966 гг и 2014-2017 гг составляет 14,47 м<sup>3</sup>/с. Как раз эту разницу воспринимают (амортизируют) пруды и водохранилища. А, начиная с мая по ноябрь, расходы воды в 2014-2017 гг в среднем на 1,1 м<sup>3</sup>/с больше чем в 1963-1966 гг. Эта разница обеспечивается равномерным спуском воды из прудов.

К примеру, если взять расчетный створ на р. Битюг в с. Вязковка Эртильского района Воронежской области, для расчетов по которому в

качестве реки–аналога использовался створ р. Битюг-пгт. Мордово, то значения максимальных расходов  $Q_{p\%}$ , рассчитанные с использованием общей кривой распределения и кривой за период 1983-2018 гг., будут отличаться в 3,5раза (табл. 2), а расчетные наивысшие уровни воды заданной вероятности превышения более чем на 1м (табл.3)

Таблица 2

Максимальные расходы воды весеннего половодья заданной обеспеченности по расчётному створу с. Вязковка, м<sup>3</sup>/с

Расчетный период	$Q_{1\%}$	$Q_{3\%}$	$Q_{5\%}$	$Q_{10\%}$	$Q_{25\%}$	$Q_{50\%}$
Общая кривая	634	535	473	384	205	71,4
1983-2018 гг	173	138	122	99,1	67,0	41,1

Таблица 3

Расчетные наивысшие уровни воды заданной вероятности превышения по створу с. Вязковка, м

Расчетный период	$H_{1\%}$	$H_{3\%}$	$H_{5\%}$	$H_{10\%}$	$H_{25\%}$	$H_{50\%}$
Общая кривая	116,73	116,57	116,46	116,28	115,80	114,87
1983-2018 гг	115,66	115,52	115,36	115,11	114,84	114,66

Стоит отметить, что озерность в пределах отдельных водосборов малых рек в лесостепной зоне России весьма неоднородна.

Так, средневзвешенная озерность в пределах водосборной площади створа р. Битюг-пгт. Мордово с учетом мелиоративных прудов составляет 0,064 %, коэффициент  $\delta$ , учитывающий снижение максимального расхода воды весеннего половодья за счет зарегулирования прудами соответственно равен 0,987. А если взять, к примеру, водосборную площадь р. Солонка (приток р. Пласкуша, правого притока р. Битюг в пределах рассматриваемого водосбора) площадь водосбора которого составляет 64 км<sup>2</sup>, то средневзвешенная озерность на нем составит – 2,234 %, коэффициент  $\delta$  - 0,691.

В практике гидрологических расчетов принято считать, что озерность на водосборе реки-аналога и расчетной реки примерно одинаковая и, соответственно, при расчете обратным путем параметра  $K_0$ , коэффициенты  $\delta$  компенсируют друг друга и учитывать этот коэффициент при определении максимальных расходов воды весеннего половодья не обязательно. Приведенный пример с малым водосбором р. Солодка показывает, что разница в рассчитанных максимальных расходах с учетом коэффициенты  $\delta$  и без него составляет около 30 %, а это уже большая разница, которую уже следует учитывать.

Учитывая тот факт, что мелиоративные пруды и водохранилища ближайшие 50 лет ни кто ликвидировать не собирается, то логично для расчетов максимальных уровней весеннего половодья использовать период

наблюдений после начала 80-х годов. Эти уровни будут естественно ниже чем, рассчитанные по обобщенной кривой распределения, но ближе к действительности.

Но при этом следует учитывать возможность аварийного разрушения плотины крупного водохранилища или каскада прудов. Так, например, при прорыве плотины длиной 140 м, с напором 8 м и объемов около 1 млн. м<sup>3</sup> (это соответствует водохранилищу в нижнем течении р. Солонка) расход прорыва  $Q_{п}$  в створе плотины будет составлять около 1200 м<sup>3</sup>/с [5]. Подъем уровня воды в р. Солонка в непосредственной близости от плотины при этом составит около 8 м от уреза воды. То есть с. Михайловка, находящаяся ниже устья р. Солонка будет затоплена полностью.

Если взять расчетный створ в с. Вязковка, который находится в 50 км ниже по реке от гидрологического поста р. Битюг-пгт. Мордово, то добавление расхода прорыва ( $Q_{п}$ ) в 1000 м<sup>3</sup>/с к максимальному расходу 1 % обеспеченности 634 м<sup>3</sup>/с, приводит к увеличению максимального уровня весеннего половодья 1 % обеспеченности на 0,8 м. Это разница между уровнями 1% и 25% обеспеченностей в естественных условиях.

Основываясь на приведенных фактах, следует предложить для лесостепной зоны центральной России (в конкретном случае – для южной части Окско-Донской низменности):

1) расчет максимальных уровней воды расчетной обеспеченности проводить за период после начала или середины 80-х годов прошлого века (период после завершения массового мелиоративного строительства);

2) дополнительно к максимальным уровням воды 1, 3, 5, 10, 25, и 50 % обеспеченности, которые обозначены в постановлении Правительства РФ № 360, определять катастрофический уровень воды  $H_{к}$ , который будет рассчитываться исходя из прохождения катастрофического (аварийного) расхода воды  $Q_{к}$ , который складывается максимального расхода 1% обеспеченности  $Q_{1\%}$  и расхода прорыва  $Q_{п}$ :

$$Q_{к} = Q_{1\%} + Q_{п}.$$

### Список литературы

1. СП 33-101-2003 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик»
2. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным. ГУ «ГГИ», Санкт-Петербург, 2010.
3. Колганов А. В., Сухой Н. В., Шкура В. Н., Щедрин В. Н. Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения в России. Под ред. Щедрина В. Н. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2016. – 222 с.
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Том 7. Донской район – Гидрометеиздат, Ленинград, 1975.
5. Методические рекомендации по определению расходов воды при проектировании переходов через водотоки в зоне воздействия некапитальных плотин. Всесоюзный НИИ транспортного строительства, М., 1981.