

А.В. Михайлов, А.Б. Китаев

## ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ЗАЩИТЫ ГОРОДА КУНГУРА ОТ НАВОДНЕНИЙ

Пермский государственный университет, 614990. Пермь, ул. Букирева, 15, e-mail:  
[hydrology@psu.ru](mailto:hydrology@psu.ru)

Рассмотрены возможные варианты защиты г. Кунгура от наводнений: создание берегозащитных дамб, изменение русла р. Сылвы, создание противопаводкового водохранилища в верхнем течении реки. Предлагается комплексный метод решения проблемы наводнений в Кунгурском районе Пермского края.

К л ю ч е в ы е с л о в а: паводок; наводнение; дамбы; русло; водохранилища.

### Методы защиты города от наводнений

Варианты решения вопроса о защите г. Кунгура от наводнений предпринимались неоднократно [1–7]. Однако принципиальная схема решения этого вопроса предложена лишь в работе А.П.Лепихина с соавторами [6]. В ней рассмотрен руслорегулирующий вариант решения проблемы с помощью математического моделирования.

Наиболее эффективными являются мероприятия не по борьбе с наводнениями, а по ликвидации причин, их вызывающих. Это означает создание в речном бассейне условий, благоприятствующих выравниванию процессов стекания воды по поверхности водосбора и притокам в главную реку. Это требует комплексного научного подхода, т.к. изменение одного компонента природной системы приводит к изменению других. Поэтому при проведении таких мероприятий необходимо учитывать как позитивные, так и негативные их последствия, следовательно, принимать меры по их устранению. В то же время все возрастающая степень хозяйственного освоения территории и ее природных ресурсов, с одной стороны, и угроза, создаваемая наводнениями, – с другой, вызывают необходимость разработки мероприятий по борьбе с наводнениями, предотвратить которые пока невозможно. К числу таких мероприятий можно отнести следующее:

- 1) сооружение защитных дамб;
- 2) изменение русла;
- 3) создание противопаводковых водохранилищ;
- 4) комплексный метод.

### Сооружение защитных дамб

Дамбы – это самый распространенный и относительно дешевый тип гидротехнических сооружений для защиты от наводнений. Они примыкают к склонам долины, незатопляемым при самом высоком уровне половодья, и в местах впадения притоков должны поворачивать в их долины. В наиболее опасных местах воздействия потока они должны быть укреплены основательнее. Обвалованная территория должна дренироваться. Расстояние между дамбами должно быть увязано с количественными характеристиками наводнения и структурой потока. Без учета последней дамбы могут разрушаться. При сооружении дамб происходят изменения на нижележащих участках – размыв берегов и углубление русла.

Защитные дамбы в г. Кунгуре укреплены недостаточно и не являются радикальным средством борьбы с наводнениями. Но даже при их наращивании и укреплении по причинам, изложенным выше, они не только не снимают угрозу наводнений, но и увеличивают ее.

В период пропуска максимальных расходов воды увеличение транспортирующей способности реки вызывает ее углубление. Так, на участке впадения в Сылву Ирени отметки дна понизились на 6–8 м, о чем свидетельствует анализ карт русловых съемок 1965 и 1993 г. При отсутствии Камского водохранилища это, несомненно, дало бы положительный эффект. Однако в

*Гидрология*

условиях его существования понижение отметок дна р. Сылвы обязательно приводит к более интенсивному перемещению вверх по реке района выклинивания подпора, что усугубляется и разработкой месторождений ПГС. Поэтому в таких условиях опасность наводнений не только не снимается, но сохраняется и даже увеличивается – при «вечном» наращивании высоты дамб.

Защитные дамбы Кунгура требуют постоянной и дорогостоящей эксплуатации. Город ежегодно тратит огромные деньги на «латание дыр», поскольку после прохождения паводков образуются все новые и новые оползни, обвалы. Многообразие методов укрепления опасных участков дает положительный эффект только на этих участках.

Сооружение защитных дамб без дренажа городской территории (большинство старых дренажных труб или засыпаны грунтом, или не работают, новые не закладываются) уже привело, по данным Горного института УрОРАН, к подтоплению территории, резкой активизации карстообразующих процессов, увеличению карстовых провалов почти в 2 раза [2; 7].

**Изменение русла**

Изменение русла направлено на увеличение его пропускной способности. Это достигается проведением целого ряда работ: спрямления русла, его расширения, углубления, устранения всех препятствий при движении потока и в русле и на пойме. При регулировании речного русла изменяется структура водного потока, увеличивается расход воды и наносов, что приводит к еще большей промывке и углублению русла, а значит и понижению уровня.

Выбор состава регулировочно-выправительных работ очень сложен и должен учитывать возможные отрицательные последствия. Так, в практике известны случаи, когда в результате подобных работ понижался базис эрозии – уровень нижележащего водоема, изменялся водный режим на выше- и нижерасположенных участках.

Для р. Сылвы углубление русла нежелательно, так как это усилит подпор от плотины Камской ГЭС у г. Кунгура, а выше по течению может интенсифицировать как углубление, так и обмеление, изменить высоту уровня грунтовых вод и т.д.

В администрации г. Кунгура рассматривалось предложение по спрямлению русла р. Сылвы каналом по следующей трассе: ул. Воровского, у подножия холма – оз. Карасье – выезд на Березовский тракт – озеро-старица р. Ириловки – выход к Сылве. Технически этот вариант осуществим, но для его обоснования необходимы гидрологические и гидравлические расчеты. Однако и этот вариант при самой его тщательной проработке не может дать ожидаемого эффекта, т. к. при слиянии русла Сылвы с рукавом (каналом) неизбежен подъем уровня, который при наличии подпорных условий должен распространяться вверх. Кроме того, разделение реки на рукава уменьшает ее пропускную способность, следовательно, может создать лучшие условия для аккумуляции наносов, а значит, повышения отметок дна и уровня воды. Известно, что при разработке мер по борьбе с наводнениями на реках, разветвляющихся на рукава, наоборот, рекомендуется отсекал рукава, чтобы пропускать весь расход через одно русло – для его углубления и понижения уровня воды. Таким образом, при сооружении канала могут возникнуть весьма нежелательные явления прямо противоположного характера – либо его заиление, либо усиленный размыв. Поэтому даже при самых благоприятных гидрологических условиях проектирование канала требует специальных гидрогеологических и экологических исследований, а также тщательного гидравлического расчета и, возможно, физического моделирования. Но и физическое моделирование малонадежно, т. к. в лучшем случае оно поможет выяснить изменение структуры потока в недеформируемом, жестком русле. Проблема же исследования деформируемых русел в лабораторных условиях имеет свои, почти непреодолимые трудности.

Таким образом, сооружение канала даже при самом тщательном гидравлическом его расчете не приведет к снижению угрозы наводнений.

Здесь необходимо также учесть очень плотную застройку города в прирусловой части р. Сылвы, неизбежные социальные «взрывы», связанные с отселением населения из обжитого места, огромные финансовые затраты не только на создание самого канала, но и на компенсации отселяемым жителям, строительство нового жилья и т.д. Средств ни в бюджете города, ни в краевом бюджете на эти мероприятия нет и в ближайшем времени не будет.

Следует учесть и геологические условия города, наличие большого количества карстовых полостей и провалов. Сооружение канала в карстующихся грунтах неизбежно активизирует развитие карстообразующих процессов.

**Создание противопаводковых водохранилищ**

*Гидрология*

Необходимые для борьбы с наводнениями водохранилища специально создаются с помощью плотин различной высоты и протяженности. Для их устройства используются также естественные котловины и другие понижения местности, отстоящие на некотором удалении от реки. Между рекой и котловиной сооружается канал, по которому воды реки в половодье направляются в водохранилище, а в межень – обратно. На канале должны быть сооружения для регулирования его пропускной способности.

На реках с широкими затопляемыми долинами создаются противопаводочные водохранилища речного или озерно-речного типа или ряд водохранилищ – на главной реке и ее притоках. При их проектировании обязательна разработка различных вариантов их расположения, отметок горизонтов воды, режимов эксплуатации для определения наиболее оптимального варианта, при котором будет достигнут эффект уменьшения наводнений, а отрицательные последствия станут минимальными. При всей эффективности противопаводковых водохранилищ они могут стать причиной новых негативных процессов – карстовых, эрозийных, гидрохимических, гидробиологических, изменяющих естественно развивающуюся природную систему. Поэтому и в этом случае необходима тщательная проработка полного комплекса вопросов формирования и развития природного комплекса не только на участке р. Сылвы в районе г. Кунгура, но и на территории всего ее бассейна. Любая попытка обособленного решения проблемы обречена на неудачу, так как она либо не снимает угрозу наводнений, либо ее усиливает, либо приводит к новым негативным последствиям.

Рассмотрим возможные варианты установления створов противопаводковых водохранилищ на р. Сылве и ее притоках.

В 40-х гг. XX в. институтом «Гидропроект» разрабатывалась схема создания средних гидроэлектростанций на р. Сылве (Шумковская ГЭС и Кишертская ГЭС). По своим характеристикам эти водохранилища способны срезать пик весеннего половодья и снять угрозу наводнений в Кунгуре. Но проект не был реализован. А. М. Комлев рассматривает возможность создания водохранилища в верховьях Сылвы у с. Агафонково Суксунского района. В своих выводах он говорит, что создание такого водохранилища в верховьях р. Сылвы надежно обезопасит г. Кунгур от наводнений [3; 4].

**Комплексный метод**

Комплексный метод защиты от наводнений должен включать в себя реализацию нескольких различных методов. Здесь, наряду с проводимыми работами по текущей эксплуатации дамб, укреплению отдельных аварийных участков, строительству новых дамб, чем и занимаются администрации городов, считаем возможным рассмотреть вопрос использования для срезки пика паводка пруды и водохранилища, расположенные в бассейне р. Сылвы, на ее притоках.

В настоящее время, по данным инвентаризации гидротехнических сооружений, на притоках рек Сылвы и Ирени расположены створы восьми прудов и водохранилищ, которые могут быть использованы для срезки пика паводка. Для реализации этой задачи необходимы относительно небольшие денежные средства для выполнения текущих ремонтов сооружений и создания единого диспетчерского графика наполнения-сработки. Эти ресурсы в Пермском крае имеются и при соответствующем обосновании могут быть задействованы для решения задач по защите города Кунгура от наводнений.

**Выводы**

1. Река Сылва в районе г. Кунгура находится в состоянии подпора. Причины, вызывающие подпорные явления на р. Сылве и ее притоках, неоднозначны и связаны как с естественными (режим и морфологические особенности русел и пойм водотоков), так и с антропогенными факторами (сам факт существования защитных дамб, наличие мостов в руслах рек, карьерные выработки в русле р. Сылвы, взаимодействие водной массы Камского водохранилища и волны половодья на р. Сылве). При этом разное сочетание одних и тех же факторов может приводить к различным последствиям.

2. Русло р. Сылвы в черте города имеет тенденцию к заилению.

3. Определение формы кривой свободной поверхности, вклада каждого фактора в ее создание, интенсивности русловых процессов, приводящих к изменению отметок уровней, возможно после выполнения комплекса полевых и камерных работ. К ним, в первую очередь, относятся: русловая съемка всего участка р. Сылвы от с. Филипповка до с. Подкаменное и р. Ирени от железнодорожного моста до устья с нивелировкой урезов воды; серия русловых съемок участка р. Сылвы от пещеры до с. Сылвенское с нивелировкой урезов воды; измерение расходов

## Гидрология

воды на характерных участках водотоков детальным способом в целях определения гидравлических элементов потоков с одновременным измерением расходов взвешенных наносов; выполнение одновременной нивелировки уровней р. Сылвы для установления фактической формы кривой свободной поверхности; организация наблюдений за твердым стоком р. Сылвы и р. Ирени; расчет транспортирующей способности потока и возможности заиления русла; расчет гидравлических элементов потока и отметок свободной поверхности на всем исследуемом участке реки во время весеннего половодья; определение возможного воздействия подпора Камского водохранилища на гидравлические элементы р. Сылвы.

4. Оценка возможности и степени изменения параметров русла может быть выполнена только после проведения всего вышеуказанного комплекса исследований.

5. Оценка влияния подземных вод на высоту и периодичность наводнений в городе требует дополнительных исследований.

6. Наиболее перспективным по гидрологическим условиям является вариант сооружения стокорегулирующего гидроузла в верхнем течении реки Сылвы, который позволит обезопасить город от катастрофических наводнений. Использование для срезки пика паводка существующих прудов и водохранилищ возможно, но требует дополнительных обоснований.

7. Необходимо разработать краевую программу по защите г. Кунгура от наводнений, в которой бы были проанализированы результаты изучения всех факторов, влияющих на формирование половодья, и изложены меры по защите города и снижению негативного влияния половодья.

**Библиографический список**

1. *Ежов Ю. А., Дорофеев Е. П., Лукин Н.С.* Наводнения в районе города Кунгура (их причины, динамика, прогнозирование и меры борьбы с ними). Пермь, 1990.

2. *Кадебская О.И., Пятунин М.С.* Применение ГИС-технологий при прогнозировании паводка в г. Кунгуре Пермской области // Оценка и управление природными рисками: материалы Всерос. конф. «Риск - 2003». М.: Изд-во РУДН, 2003. Т.2. С.14–19.

3. *Комлев А.М., Дробышев А.Д., Назаров Н.Н., Пермяков Ю.А., Черных Е.А.* Стихийные гидрометеорологические явления в Пермской области // Вопр. физической географии и геоэкологии Урала. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1996. С.105–112.

4. *Комлев А.М.* Весенние половодья в бассейне реки Сылва и наводнения в городе Кунгуре // Эколого-хозяйственный вестн. Екатеринбург: АКВА – ПРЕСС, 2001. Вып. 5. С.95–100.

5. *Лепихин А.П.* К оценке эффективности применения дамб для снижения рисков затопления при прохождении экстремально высоких паводков // Водное хозяйство России. 2006. №6. С.27–31.

6. *Лепихин А.П., Перепелица Д.И., Тиунов А.А.* Анализ и обоснование возможных схем защиты г. Кунгура от наводнений // Водное хозяйство России. 2006. №2. С.80–93.

7. *Никифорова И. А., Лаврова Н. В.* «Сказки» Кунгурской ледяной пещеры // Вестн. ГИ УрО РАН. 2002. №4(10).

**A.V. Mikhajlov, A.B. Kitaev**

**POSSIBLE VARIANTS OF PROTECTION OF KUNGUR CITY FROM FLOOD**

Sylva river in the area of Kungur city is in the backwater. Reasons for retaining effects on the river Sylva and its tributaries, are ambiguous and are caused by natural and anthropogenic factors. This different combination of the same factors can lead to different consequences. The bed of the river Sylva in the city has a tendency to siltation. The most promising of hydrological conditions is a variant of construction of flow regulation waterworks in the upper reaches of the river Sylva, that will protect the city from catastrophic floods. Use for cutting peak flood existing ponds and reservoirs is possible, but requires additional studies.

**Keywords:** high water, flooding, dams, channel, water basins