

Проблема комплексного использования ресурсов пресных вод

В.А. Всеволожский д.г.-м.н., проф., А.А. Маслов к.г.-м.н., Е.А. Филимонова, Р.С. Штенгелов
д.г.-м.н., проф.

Проблема комплексного использования ресурсов пресных вод разрабатывается, по крайней мере, несколько десятилетий. Актуальность решения проблемы комплексного использования пресных вод обуславливается необходимостью надежного (гарантированного) качественного обеспечения пресной подземной водой водопотребителей. Сложившаяся практика расчетов и проектирования водозаборных сооружений, эксплуатирующих подземные и поверхностные воды, в общем, отвечает предъявляемым к таким системам требованиям, что позволяет эксплуатировать надежные водозаборные системы. Вместе с тем, в настоящее время выходят на первый план вопросы, связанные как с надежностью (балансовой обеспеченностью) источника водоснабжения, что обуславливается крайней неравномерностью в распределении систем водоснабжения, определяемой местоположением водопотребителей, так и вопросы гарантированного качества воды.

Систематическое рассмотрение обусловленных выше вопросов приводит к выводу о необходимости учета реально существующей сезонной изменчивости ресурсов пресных вод – прежде всего, ресурсов поверхностных вод. В практике гидрогеологических расчетов закрепилось методическое положение о необходимости использования в расчетах высокообеспеченных расчетных величин стока. Такой подход приводит, с одной стороны, к некоторому «инженерному запасу» прогностических расчетов, а с другой – к неадекватным прогностическим оценкам балансово-гидрогеодинамической ситуации и, как следствие, к абсолютно нереальному прогнозу качества эксплуатируемых ресурсов пресных вод. Эффективным приемом учета внутригодового распределения ресурсов поверхностных вод является использование представлений, разработанных специалистами гидрологами о типах изменчивости речного стока.

Существует ряд схем типизации внутригодового распределения стока и установления географических границ их распространения, основанных на тех или иных генетических признаках и анализе основных физико-географических факторов, влияющих на формирование водного режима.

Наиболее известными являются классификации водного режима А.И. Воейкова, М.И. Львовича, Б.Д. Зайкова, П.С. Кузина, дающие общее представление о закономерностях распространения водных режимов.

Формирование внутригодового режима стока происходит в результате сложного взаимодействия отдельных компонентов водного баланса водосбора, среди которых особую

роль играет накопление и расходование запасов влаги, отражающие, с одной стороны, влияние климатических факторов, а с другой - влияние факторов подстилающей поверхности.

Климатические условия определяют не только компоненты водного баланса - осадки и испарение, но и основные черты внутригодового хода накопления и расходования влагозапасов: образование снежного покрова и его таяние, увлажнение почвы, потери влаги в зоне аэрации на насыщение и испарение. Климатические условия определяют, таким образом, главные черты внутригодового режима стока - основные фазы: половодье, межень, паводки.

Площадь водосбора выступает как фактор регулирования внутригодового режима стока. Увеличение длины реки и площади ее водосбора влияет на увеличение продолжительности весеннего половодья и дождевых паводков и снижение максимальных модулей стока. С другой стороны, глубина эрозионного вреза возрастает с увеличением длины реки и площади водосбора и, следовательно, при одинаковых гидрогеологических условиях крупная река дренирует более глубокие водоносные горизонты и имеет более высокие модули стока в меженный период. В этой связи интересно отметить, что модуль разгрузки подземных вод в реки имеет тенденцию к увеличению с ростом размеров речного бассейна, однако при площади водосбора 1000 - 2000 км² рост модуля стабилизируется, что свидетельствует о полном дренировании водоносных комплексов бассейна [2].

Эта закономерность, выявленная для многих рек Центральных районов Европейской части России, связана с характером соотношения вертикальных и горизонтальных фильтрационных проводимостей всего комплекса водоносных горизонтов верхней зоны активного водообмена и соотношением базисов дренирования рек различного порядка [2].

Довольно распространенные природные образования в восточных районах страны - наледь, оказывающие существенное влияние на формирование внутригодового режима речного стока. Зимой наледи являются аккумуляторами разгрузки подземных вод. Благодаря этому объем речного стока в холодный период года сокращается. Особенно большую роль наледи играют в областях сплошного распространения вечной мерзлоты. Здесь на их питание расходуется значительная, нередко основная, часть дренируемых запасов воды зоны активного водообмена. Летом талые наледные воды вновь поступают в речную сеть, при этом доля наледной составляющей в речном стоке в отдельные периоды может достигать 35 - 40%. Местами запасы воды, аккумулированной в наледях, составляют 10 - 15% и более от годовой суммы атмосферных осадков.

Таким образом, климатические факторы определяют наиболее общие черты внутригодового распределения стока и наиболее общие географические закономерности распространения его типов. Факторы подстилающей поверхности выступают как факторы

естественной зарегулированности, перераспределения стока во времени. Их значительная географическая дифференциация и пространственная изменчивость, неповторимость сочетаний различных размеров бассейнов, мезо- и микроформ рельефа, типов растительности, механического состава грунтов, их литологических особенностей, морфометрии гидрографической сети и т. д. создают чрезвычайное многообразие реальных внутригодовых режимов стока, наблюдающихся в природе.

Последним обобщением представлений о характере распределения режима рек на территории бывшего СССР является карта «Водный режим рек России и сопредельных территорий М 1:8 000 000», составленная В.М. Евстигнеевым, Л.А. Зайцевым, Т.Г. Сватковой, Р.С. Чаловым, Н.В. Шенбергом. Карта отображает пространственное распределение разновидностей водного режима и на этой основе демонстрирует его главные географические закономерности, в число которых также входит индивидуальность водного режима больших рек, отражающую транзитность их стока и трансформирующую способность крупных речных систем, различную в зависимости от направления течения, числа и характера охватываемых ими природных зон и регионов.

Авторы, объективно опираясь на имеющийся материал наблюдений на реках СССР, выявили возможные разновидности водного режима, положив в основу его морфогенетические признаки, а затем в процессе картографирования отразили их пространственное распределение.

Морфогенетическая структура водного режима достаточно полно вскрывается с помощью понятия фазы водного режима, основными из которых являются половодье, паводок, межень. Принцип морфогенетической классификации, положенный в основу картографирования водных режимов, основан на том представлении, что каждая разновидность режима характеризуется определенной последовательностью фаз, приуроченных ко времени их прохождения.

В отличие от типизации рек по источникам питания М. И. Львовича, типизации водных режимов рек Д. Л. Соколовского в классификации В.М. Евстигнеева и др. учтены в качестве признаков деления не только источники питания рек и виды многоводных фаз, но также и характер маловодных периодов года. Это позволяет более подробно и полно отразить территориальные различия в водном режиме рек.

Картографическая реализация выполнена с учетом деления рек на категории больших, средних и малых.

По данным Государственного гидрологического института, на территории бывшего СССР около 3 млн. водотоков длиной более 500 метров. Рек длиной более 10 км на этой территории всего лишь около 150 тысяч, при этом только 280 рек имеют длину более 50 км.

Иными словами - более 95 % общего числа рек имеют длину менее 10 км. Таким образом, основу гидрографической сети составляют малые реки и более малые водотоки – ручьи и т.д.

Районирование по разновидностям водного режима малых и средних рек составляет общий цветовой фон карты. Легенда снабжена характерными графиками внутригодовых колебаний водности для каждой разновидности режима (в обобщенном виде дающими представления о характере гидрографа: расчлененности или стройности волны половодья, устойчивости или прерывистости межени, относительной высоте паводков, сроках основных фаз, приблизительном соотношении водности в разные сезоны).

Выделенные авторами карты более 30 типов характерного внутригодового колебания водности рек показывают существенную неравномерность внутригодового распределения практически всего поверхностного стока. Практически вся Европейская часть России характеризуется одно-двувершинными типами гидрографа, соответствующими весеннему половодью и осенним паводкам. Широкое распространение этого типа внутригодового распределения поверхностного стока с концентрацией значительной его части во время весеннего половодья подтверждается и типизацией М.И. Львовича, выполненной для средних и малых речных бассейнов.

Эффективным приемом учета реально существующей сезонной изменчивости ресурсов поверхностных вод в прогнозных расчетах является рассмотрение внутригодового распределения поверхностного стока на участке проектируемого компенсационного водозаборного сооружения. Выполнение указанной рекомендации позволит определить продолжительности основных фаз водного режима рек, продолжительность и объемы стока в лимитирующие периоды стока и период предполагаемого восполнения запасов подземных вод за счет стока половодья и паводков. В рамках работы, выполненной на кафедре гидрогеологии по контракту № 02.515.11.5033 с Федеральным агентством по науке и инновациям, на основе карты [1] построены карты продолжительности меженных периодов поверхностного стока, на которых показаны:

- продолжительность зимней и летней межени;
- продолжительность наиболее длительного периода прохождения 5% суммарного годового стока;
- продолжительность наиболее длительного периода прохождения 10% суммарного годового стока;
- продолжительность наиболее краткого периода прохождения 50% суммарного годового стока

Полученные карты отражают распределение продолжительностей выделенных периодов стока средних зональных рек. Для крупных рек – с площадью водосборной площади более 50 тыс. км² – проявляется аккумулялирующее влияние емкости русла,

характерно совокупное влияние пересекаемых климатических зон, что, в целом, приводит к необходимости индивидуального рассмотрения закономерностей внутригодового распределения их стока.

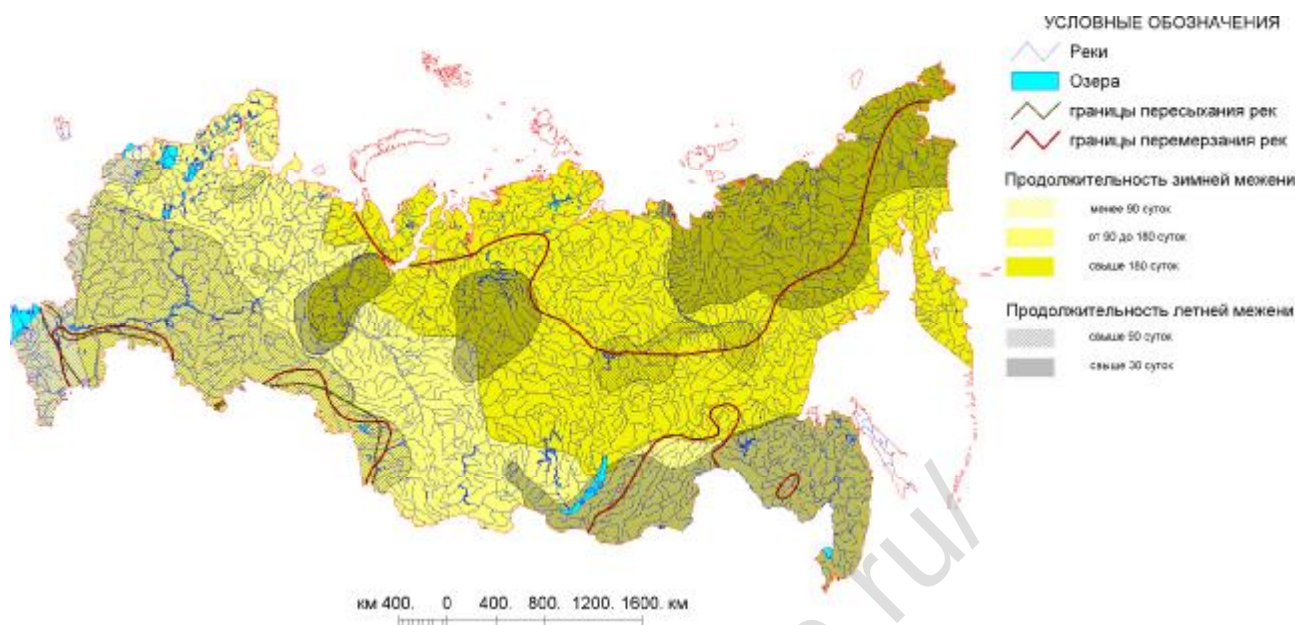


Рис.1. Продолжительность зимней и летней межени средних и малых зональных рек на территории РФ.

Продолжительность зимней межени на 96% территории России составляет 90 и более суток (рис.1), при этом на более чем 50% территории России продолжительность зимней межени составляет 180 и более суток. Значительная часть территории с продолжительностью зимней межени в 180 и более суток подвержена к тому же полному перемерзанию русел, что фактически приводит к полному прекращению стока.

Продолжительность летней межени на 43% территории России составляет 30 и более суток, при этом на более чем 20% территории России продолжительность летней межени составляет 90 и более суток.

Таким образом, на 20% территории России продолжительность меженных периодов составляет около 270 и более суток, что характерно для крайнего северо-востока страны.

С учетом широкого спектра наблюдаемых на территории России типов внутригодового распределения стока, характеристика рек сроками наступления и продолжительностями основных фаз водного режима не совсем удобна для целей обоснования режима работы компенсационных водозаборных сооружений, главным образом, потому, что у различных рек в одни и те же фазы водности, даже сопоставимой продолжительности, может проходить существенная различная часть годового стока.

Для определения режима работы проектируемых водозаборных сооружений рекомендуется использовать построенные карты продолжительности наиболее длительных периодов прохождения 5% и 10% (рис.2) от суммарного годового стока, а для расчета

восполнения запасов подземных вод карту продолжительность наиболее краткого периода прохождения 50% суммарного годового стока рек (рис.3).

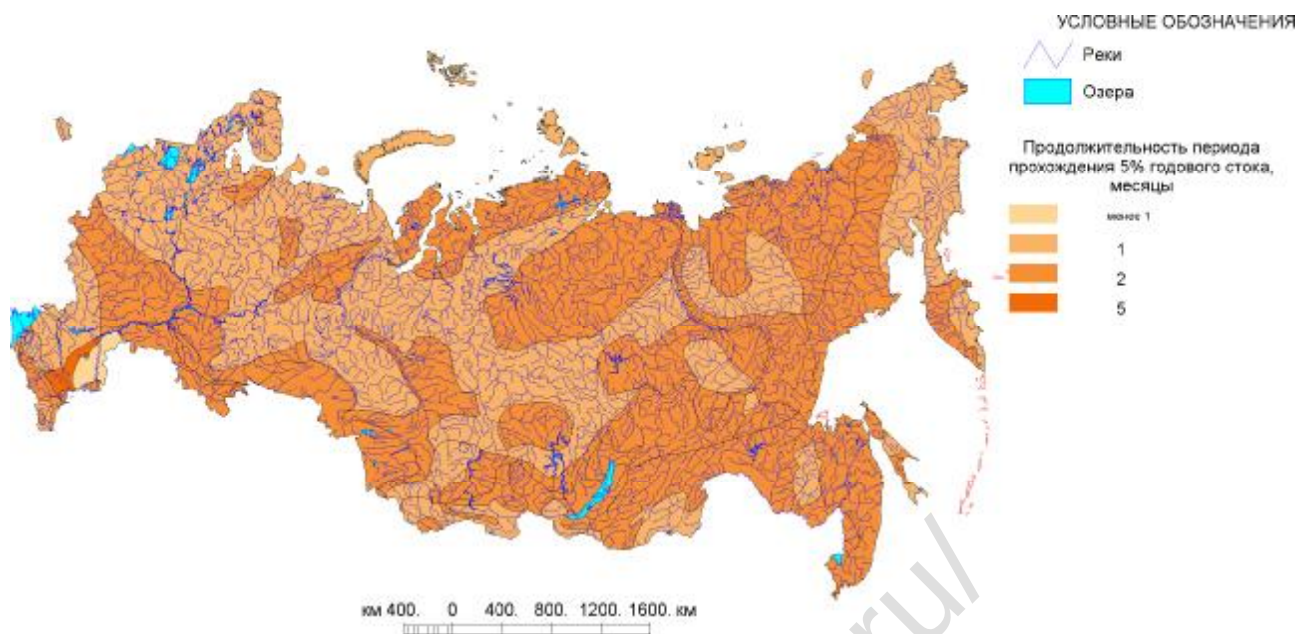


Рис.2. Продолжительность периода прохождения 5% годового речного стока средних и малых зональных рек на территории РФ.

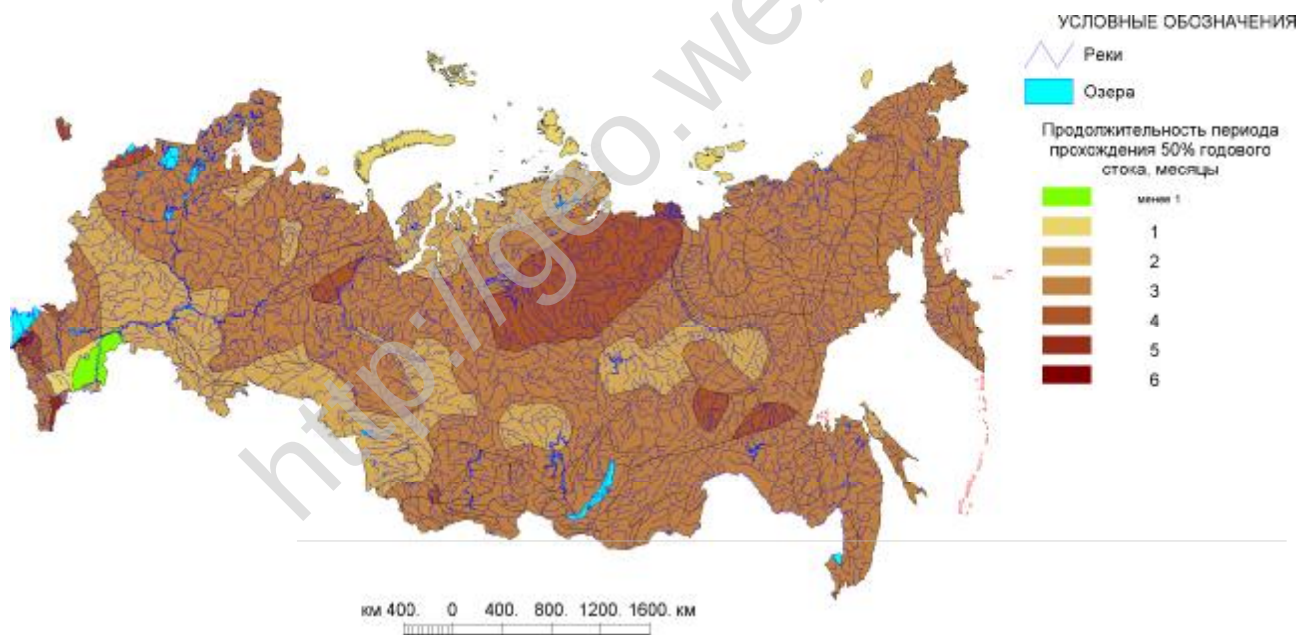


Рис.3. Продолжительность периода прохождения 50% годового речного стока средних и малых зональных рек на территории РФ.

Литература:

1. Евстигнеев В.М., Зайцев Л.А., Сваткова Т.Г. и др. Водный режим рек СССР (карта для высшей школы масштаба 1 : 8000000).
2. Пашковский И.С. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод в окружающей среде // II конференция пользователей и партнеров «Геолинка» (доклады и сообщения). М.: ИНФОКОМ-ГЕО, 2001. С. 36-40