



В. Л. РОХМИСТРОВ

**МАЛЫЕ РЕКИ
ЯРОСЛАВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ**



Ярославль

РОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ
ВЕРХНЕВОЛЖСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

В.Л. РОХМИСТРОВ

**МАЛЫЕ РЕКИ
ЯРОСЛАВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ**

*Ответственный редактор:
профессор, академик РЭА
В.И. Лукьяненко*

Ярославль
2004

Рохмистров В.Л. Малые реки Ярославского Поволжья. – Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2004. – 54 с.

В книге рассмотрены истоки, морфология, сезонный режим и водные ресурсы малых рек, проблема загрязнения и качества воды малых рек, состояние их экосистем. Приведен список наиболее важных в экономическом отношении рек и даны рекомендации для учащихся школ по экологическому исследованию малых рек.

Книга рассчитана, в первую очередь, на учащихся общеобразовательных школ и студентов высших учебных заведений Ярославской области, а также для сотрудников природоохранных органов.

Книга издана при финансовой поддержке Департамента агропромышленного комплекса, охраны окружающей среды и природопользования Администрации Ярославской области.

Рецензент: действительный член ВВО РЭА Литвинов А.С.

*Утверждено к печати
Президиумом Верхневолжского отделения
Российской экологической академии*

Оригинал-макет изготовлен научно-издательским отделом ВВО РЭА.

Лицензия на издательскую деятельность ЛР №030814 от 02.04.1998.

Компьютерная верстка: Хабаров М.В.

© Верхневолжское отделение Российской экологической академии, 2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

Как известно, вода – источник жизни на Земле, незаменимый фактор нормальной жизнедеятельности растительного и животного мира. Она орошает поверхность Земли и ее плодородный слой – почву. Образно говоря, вода – кровь нашей планеты, а ложа рек – ее кровеносные сосуды. На территории России протекает свыше 2.5 миллионов рек (по некоторым данным, около 3 миллионов), абсолютное большинство которых (94.2%) имеют длину 25 км и менее, то есть являются малыми реками. Но без малых рек не бывает больших, ибо все они начинаются с малых, подпитываются ими и становятся многоводными благодаря именно малым рекам. Малые реки составляют значительную часть водного фонда нашей страны, состояние которого в последние годы значительно ухудшилось.

Хозяйственное освоение водосборных территорий, на которых формируется сток больших и малых рек, ведет к необратимым изменениям окружающей среды и исчезновению сотен и тысяч малых рек. Именно малые реки, в силу своей повышенной природной уязвимости, реагируют в первую очередь на хозяйственную деятельность человека – вырубку лесов, распашку, осушение и орошение земель, размещение отходов. Протекая по территориям жилой и производственной застройки городов, поселков и других населенных пунктов, они подвергаются наиболее интенсивному антропогенному загрязнению, вследствие чего резко ухудшается качество воды, используемой для питьевых целей.

В последние годы до 22% отбираемых проб речной питьевой воды не отвечают нормативным требованиям по санитарно-химическим показателям и 12% – по микробиологическим, что негативно отражается на состоянии здоровья населения. Растет дефицит водных ресурсов, обусловленный в значительной мере расточительным отношением к ним. Расчистка дна и углубление русел малых рек практически полностью прекра-

щены в связи с отсутствием средств. Положение усугубляется незаконной выборкой инертных строительных материалов (песка и гравия) из русел рек, разработкой карьеров без последующей их рекультивации, интенсивной вырубкой лесных массивов. Все это ведет к резкому ухудшению формирования стока, а в верховьях – к уменьшению водности.

Непрекращающаяся реорганизация государственных органов, контролирующих состояние окружающей среды, отрицательно сказывается и на водоохранной деятельности. Снизилось внимание к вопросам рационального водопользования, особенно на малых реках. За последние годы почти в три раза сократилась численность сотрудников водного хозяйства, что повлекло за собой соответствующее сокращение количества пунктов наблюдения и постов аналитического контроля за состоянием качества вод. Приборная база аналитической службы водного хозяйства устарела и требует неотложного обновления.

Конструктивный выход из сложившейся негативной ситуации состоит в пересмотре приоритетов так называемого комплексного использования водных ресурсов России. Реки, в том числе малые, являются, в первую очередь, средой обитания живых организмов, обеспечивающих самоочищение воды, и источником питьевого водоснабжения. Все остальные виды водопользования, в том числе судоходство, гидроэнергетика и промышленное водопотребление, допустимы лишь в том случае и до тех пор, пока они не оказывают негативного влияния на главную функцию воды – жизнеобеспечивающую.

Предлагаемая вашему вниманию книга члена-корреспондента Верхневолжского отделения Российской экологической академии, одного из ведущих гидрологов Ярославской области В.Л. Рохмистрова является вторым, расширенным изданием его книги «Малые реки Ярославского Нечерноземья», опубликованной в 1989 году. Первое издание уже давно разошлось и стало библиографической редкостью. Между тем, в общеобразовательных школах на уроках по природоведению и геогра-

фии остро чувствуется недостаток информации по малым рекам области и их современному состоянию. В связи с этим, Президиум Верхневолжского отделения Российской экологической академии предложил В.Л. Рохмистрову подготовить второе издание книги. Оно дополнено разделом о биоценозах малых рек, уточнено их водохозяйственное использование. Книга содержит достаточно полное описание гидрологического и гидрохимического режимов малых рек. Рассматриваются вопросы морфометрии, термики, водного баланса, приводится список наиболее значимых малых рек, даны рекомендации для учащихся школ по экологическому исследованию малых рек.

Председатель Верхневолжского отделения
Российской экологической академии,
Заслуженный деятель науки России,
доктор биологических наук, профессор

В.И.Лукияненко

ВВЕДЕНИЕ

Среди множества проблем, стоящих перед человечеством, есть такие, которые касаются не только всех вместе, но и каждого в отдельности. Такова проблема воды – ее значение в нашей жизни поистине безмерно.

Вода – ценнейший природный ресурс. Она обеспечивает существование всего живого на Земле, без воды жизни нет. Вода – единственный природный ресурс, без которого не может развиваться ни одна отрасль народного хозяйства. Использование воды растет из года в год; увеличивается численность населения, развивается промышленность и сельское хозяйство, и, хотя ученые стремятся уменьшить водоемкость производства, потребление воды стремительно растет.

Исключительно большое значение вода имеет в сельскохозяйственном производстве, являясь универсальным растворителем. Благодаря этому свойству растения могут усваивать необходимые для жизни соединения. Не зря воду называют матерью урожая. Сотни лет может лежать зерно в сухой земле, но как только она впитывает воду, зерно прорастает. В среднем гектар пашни, на котором посеяна пшеница, забирает за лето 2–2.5 миллиона литров воды, а гектар капусты и того больше – 6 миллионов. В России за одну секунду на нужды народного хозяйства забирается из различных водных источников столько воды, сколько ее проносит за это время Волга у Волгограда – 9000 кубометров.

Где расположены города, деревни и села? Обязательно у воды, чаще всего у реки, иногда у озера, у залежей подземных вод. Но больше всего населенных пунктов все-таки у рек. Реки – главный источник нашего водоснабжения. Чем больше город, тем больше ему нужно воды, поэтому крупные города почти всегда располагаются вблизи больших рек. Если же в силу исторических причин они оказались вдали от крупной реки, много хлопот они приобретают – ведут к ним каналы, как к Москве или Иваново, бурят специальные скважины, объединяют их, строят водоводы. Таким образом обеспечивается водой в Ярославской области город Данилов, изыскивают подземные источники воды для Переславля-Залесского, серьезные трудности испытывает с водой город Ростов. Однако основная часть населения нашей планеты живет не в городах, а в небольших населенных пунктах, а они, как правило, располагаются на берегах малых рек.

КЛАССИФИКАЦИЯ МАЛЫХ РЕК

На долю малых рек приходится значительная часть поверхностных водных ресурсов страны. Так, в России сток малых рек составляет более трети от суммарного стока, в том числе в европейской части – 361 км³ (41%) и в азиатской – 1145 км³ (37%). В некоторых экономических районах республики он достигает еще больших величин – до 60–80% (Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском).

Более десяти лет в бывшем Советском Союзе шла паспортизация рек, и она выявила около 3-х миллионов рек. Вот как выглядят итоги современной инвентаризации речной сети (табл. 1).

Таблица 1
Количество рек и протяженность речной сети СССР

Категория рек	Длина рек, км	Количество рек	Суммарная длина рек, км
Самые малые	До 10	2812587	5624881
Малые	11-25	113974	1697939
Средние	26-100	32733	1426288
Большие	101-500	3844	669861
	Более 500	280	228895
Всего		2963398	9647864

Итоги детальной паспортизации рек показали, что в среднем на территории бывшего СССР на каждом квадратном километре (то есть коэффициент густоты речной сети) приходится 500 м длины речной сети.

Велась паспортизация рек и в Ярославской области. В течение восьми лет кафедра физической географии Ярославского пединститута, используя топографические карты масштаба 1 : 50 000, аэрофотосъемку и космическую съемку территории области и выполнив большое число экспедиций, вела подсчет рек, определяла их длину и водосборную площадь, измеряла

расход рек, проводила гидрохимические исследования для определения качества речных вод. И если раньше в одних справочниках утверждалось, что в области всего 230 рек, в других – 5000, то сейчас мы можем совершенно точно сказать, что в Ярославской области 4327 рек и что общая их протяженность составляет 19340 км.

Могут возразить, что мы в одну кучу свалили реки и ручьи. Но кто скажет, какая разница между рекой и ручьем? Одни утверждают, будто реки длиннее ручьев. Так ли? Но разве Векса Плещеевская – ручей, ведь длина ее всего 8.2 км? В то же время водность Вексы такова, что многие реки во много раз длиннее ее никогда не будут так многоводны, как Векса. В нашей области имеются сотни длинных, но маловодных, пересыхающих летом и перемерзающих зимой рек и множество небольших непересыхающих водотоков (ручьев), начало которым дают мощные родники. Отличить ручей от малой реки практически невозможно и в гидрологической науке разницы между ними не делают. Названия эти часто условные, исторические.

Нет в гидрологии и четкого определения малой реки. В одних справочниках к малым рекам относят реки длиной до 100, в других – до 200 и даже 500 км. Но тогда такие реки, как Нева и Ниагара должны войти в число малых. Явный абсурд. Другие ученые к характеристике малых рек добавляют еще один параметр – расход воды. Это существенное добавление. Но и тут нет полной договоренности среди гидрологов. Одни к малым относят реки с расходом до 50 м^3 в секунду, другие – до 100 м^3 и более.

Мы, обобщая данные гидрологической литературы и современного опыта водохозяйствования, теории гидрологических расчетов и прогнозов, предлагаем относить к малым – реки длиной до 250 км, водосборной площадью до 10000 км^2 и среднегоголетним расходом до $20 \text{ м}^3/\text{с}$. Если принять все эти три параметра, то все 4327 рек Ярославской области можно сгруппировать в пять групп или категорий (табл. 2).

Таблица 2

Категории малых рек Ярославского Нечерноземья

Категории рек	Длина рек, км	Средняя площадь водосбора, км ²	Средний расход, м ³ /с	Число рек	Процент от общего количества рек
Незначительные	До 10	6.26	0.04	3969	91.72
Очень малые	11–20	37.56	0.40	245	5.66
Самые малые	21–50	114.07	1.20	24	1.92
Средние малые	51–100	318.01	4.10	18	0.642
Малые	101–250	4000.0	13.0	11	0.28

Из табл. 2 видно, что основная масса рек Ярославской области – почти 92% – это реки длиной до 10 км, площадью водосбора чуть более 6 км² и расходом всего 0.04 м³/с, то есть практически это ручьи, как мы привыкли считать такие водотоки. Большая часть из них пересыхает летом и замерзает зимой. Настоящих, более или менее крупных рек в области немного, всего 20–25. Они и имеют наибольшее водохозяйственное значение. Но это совсем не значит, что меньшие по размерам реки не имеют значения и не используются для различных целей, в том числе для орошения полей и водоснабжения животноводческих ферм. На берегах малых рек Ярославской области находится более 6000 населенных пунктов, множество животноводческих ферм, более 2900 сельскохозяйственных организаций, в том числе 256 производственных кооперативов.

Одна из основных особенностей малых рек – тесная связь с окружающим ландшафтом. Процессы, происходящие на малом водосборе, быстро отражаются на состоянии реки, ее стоке, химическом качестве воды, переформировании берегов и фарватера.

МОРФОЛОГИЯ МАЛЫХ РЕК

Малые реки, являющиеся носителями гидрохимических особенностей ландшафтных водосборов (местного стока) различных природных зон, – это лицо ландшафтов, типов местностей.

Основным отличием малой реки от крупной, кроме размера, следует считать глубину вреза. У малых рек она, как правило, меньше, поэтому малая река вскрывает и дренирует меньшее число подземных водоносных горизонтов. Это предопределяет, во-первых, меньшую в целом водность малых рек, а следовательно, и повышенную реакцию на циклические колебания климата. Во-вторых, малая река чутко реагирует на все антропогенные воздействия, которые осуществляются через поверхностный сток, например, сведение леса в бассейне реки, на водную и сухую мелиорацию, распашку склонов и т.п.

Речная сеть Ярославского Нечерноземья достаточно хорошо развита: средний коэффициент густоты речной сети равен 0.36. Это составляет всего 65% от средней по стране, и может создать впечатление, что в области мало рек. На самом деле это не так. Реки крайне неравномерно размещены по территории области. В одних районах их много, в других – мало. Коэффициент густоты в зависимости от типа местности изменяется от 0.1 до 0.7. Меньше всего рек в Ярославско-Костромской низине (коэффициент густоты 0.1–0.3), больше – на северных склонах Даниловской возвышенности (0.55–0.70).

Мало рек на Борисоглебской возвышенности, и объясняется тем, что выполнена она рыхлыми породами: песками и супесями, поэтому атмосферные осадки не стекают по возвышенности в виде рек и ручьев, а фильтруются вглубь, пополняя запасы подземных вод. Толща песков и супесей, слагающая возвышенность, огромна – до 100–250 м. Этим и объясняется причина глубокого залегания в районе Борисоглебской возвышенности подземных вод. Колодцы там самые глубокие в Ярославской области – до 30–80 м. Скважины на воду еще глубже – до 150–200 м. Вследствие большой глубины подземные воды редко выходят на поверхность, поэтому так редко

встречаются в этом районе родники, а нет родников – нет и рек.

Слабое развитие речной сети на северных отрогах Клинско-Дмитровской гряды связано со многими особенностями природы района. И немалую роль в этом сыграли безлесье и высокая заболоченность водосборных бассейнов. Наоборот, на плоских лесистых и заболоченных пространствах Некоузского и Брейтовского районов речная сеть довольно густа (0,45). В чем дело? Разгадка довольно простая – в этих районах на небольшой глубине залегают довольно мощные горизонты подземных вод. Любая водораздел, овражек, размыв поверхности земли на 8–12 м глубины вскрывают водоносный горизонт и превращаются в постоянно действующий поток, то есть в реки. По этой же причине много рек в Улеймо-Мокзинском междуречье.

Густота речной сети зависит от многих природных факторов. В природе нет главного фактора. В условиях одного типа климата на равнинах или возвышенностях может быть и много, и мало рек, а может и не быть совсем. Общая географическая закономерность распространения рек заключается в следующем – коэффициент густоты речной сети отражает закон природной широтной зональности, это хорошо просматривается в табл. 3.

Таблица 3
Распространение рек по природным зонам

Природная зона	Коэффициент густоты речной сети, км/км ²	Количество рек на 1000 км ²
Тундра	0,50	130
Лесная зона	0,56	159
Лесостепная	0,37	75
Степная	0,26	35
Полупустынная	0,23	30
Пустынная	0,01–0,00	1–0

Из табл. 3 видно, что число рек уменьшается от лесной зоны к пустыне, однако средняя длина малых рек, наоборот, увеличивается к югу и в степях и полупустынях в 2-3 раза больше, чем в лесной зоне. Еще одна особенность: в тундровой и лесной зонах густота овражно-балочной сети в 2-3 раза меньше речной, в степной наоборот – суммарная длина оврагов и балок в 1.5 раза больше суммарной речной. Неравномерно размещены реки и внутри речного бассейна. Водораздельные пространства, как правило, слабо расчленены, реки там – сравнительно редкое явление. Основная масса их приурочена к средней и нижней частям водосбора. Для основной части речных систем характерно преобладание коротких рек. Крупные реки почти всегда находятся друг от друга на большом расстоянии.

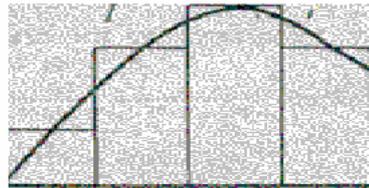
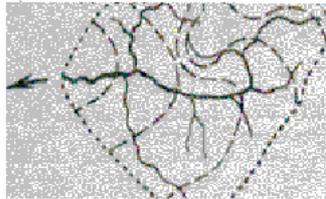
По типизации форм речных бассейнов Б.А.Аполлова в Ярославской области наблюдаются четыре типа речных систем из существующих пяти (рис. 1):

- 1) реки с наибольшим развитием бассейнов в средней части;
- 2) реки с бассейнами, развитыми в верхней части;
- 3) реки с бассейнами, развитыми в нижней части;
- 4) реки с вытянутыми и равномерно развитыми бассейнами.

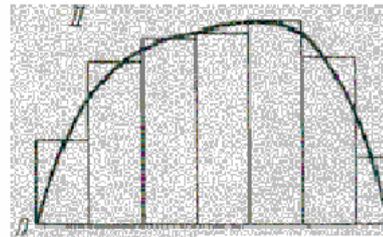
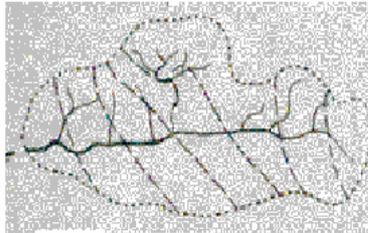
У большинства рек Ярославского Нечерноземья бассейны ассиметричны, то есть площади правосторонних и левосторонних притоков не одинаковы. Их отношение друг к другу всегда больше или меньше единицы.

Среднее отношение длины бассейна к его средней ширине составляет 0.56, это значит, что бассейны наших рек имеют довольно совершенную форму. Но не надо забывать, что это средние величины. На самом деле в природе отклонения от коэффициента 0.50 в ту и другую сторону достаточно большие. Коэффициент отношения длины и ширины имеет большое значение для прогнозирования половодий и паводков – чем меньше он, тем короче, резче, стремительней они выражены. У рек с коэффициентом, близким единице, половодья растянуты, водность таких рек больше, чем предыдущих: в питании таких рек существенную роль играют почвенно-грунтовые воды.

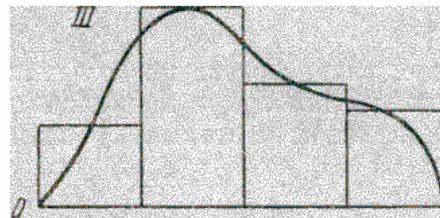
Бассейн р. Которосль



Бассейн р. Ухрыг



Бассейн р. Устье



Бассейн р. Улейма

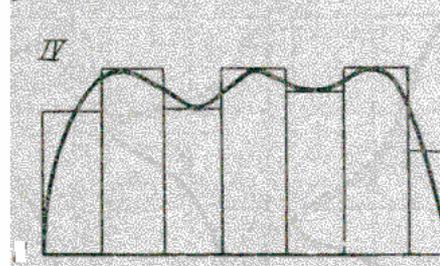


Рис 1. Типы бассейнов рек

Средняя глубина вреза речных долин в нашей области около 26 м – это довольно большая величина, но и отклонения от средней велики – от 5 до 60 м. Как правило, наибольшая глубина вреза рек наблюдается в нижнем течении и в местах пересечения рекой положительных морфологических структур, например, Тугаевского моренного плато или Даниловской возвышенности. Определяется глубина вреза от тальвега (линии, соединяющей наиболее глубокие участки речной долины) до кромки верхней террасы. Террас у малых рек Ярославской области, кроме поймы, чаще всего две-три, редко четыре.

Верхняя терраса самая древняя, ее возраст составляет десятки тысяч лет, поэтому ее кромки не всегда легко определить в природе, проще по топографической карте. Обычно терраса незаметно сливается со склонами водосбора. Это и является причиной крупных ошибок в определении глубины вреза рек. Чем глубже врезана река, тем больше она врезается в подземные водоносные горизонты, сильнее дренирует их и тем обильнее ее подземное питание, следовательно, и водность.

Средняя ширина речных долин малых рек 370 м. Однако и в этом случае отклонения от нормы очень велики: от нескольких десятков метров, как у реки Носы в верховье, до 2–3 км, как у рек Сары или Устье.

Средний коэффициент извилистости рек Ярославской области 1.68. Он многое значит в характеристике реки. С его увеличением уменьшается падение реки, уклон, а следовательно, снижаются скорости течения воды, на реках появляются «мертвые зоны», река в таких местах зарастает осокой, камышом, рдестом, ряской, вода «зацветает».

Несмотря на то, что речные системы Ярославской области весьма разнообразны, порядок их взаимного расположения характеризуется лишь параллельным (Некоузский и Брейтовский муниципальные округа), центростремительным (реки, впадающие в Рыбинское водохранилище) и центробежным (большая часть рек области) планами речной сети.

ИСТОКИ РЕК

У многих сложилось впечатление, что реки в нашей области в основном берут начало из болот. Но это не так. Если внимательно посмотреть на физическую карту Ярославской области, то можно увидеть, что имеются особые места, откуда реки растекаются в разных направлениях. Такие места принято называть гидрографическими узлами. Их в области более десятка. Это невысокие куполовидные поднятия, увенчанные одним–двумя песчаными холмами. Площадь гидрографических узлов невелика – 15–35 км². Узлы, вследствие большей относительной высоты прилегающих частей равнины, получают на 10–15% больше влаги, чем окружающие пространства. Влага, фильтруясь в грунт, у подножия холмов выходит на поверхность в виде многочисленных родников и ключей. Они-то и дают начало рекам. Конечно, некоторые реки начинаются иначе. Например, Векса Плещеевская и Векса Нерльская, Пахма берут начало из озер, но таких рек в Ярославской области немного.

Назовем наиболее крупные гидрографические узлы. Это, во-первых, район Тархова холма – отсюда берут начало реки Сара, Кисьма, Сольба, притоки Сольбы и Ильма. Бежецкая возвышенность – реки Корожечна, Сить, Молога, Уйвешь, Ильинско-Раменские высоты – реки Мокза, Пахма, Печегда, Вондель, Курбица. Мишутинские высоты – Ить, Касть, Ухра, Пеленга. Никольские высоты – реки Обнора, Уча, притоки Ухтомы. Нестеровские высоты – Согожа, Тошма, Угла.

СЕЗОННЫЙ РЕЖИМ РЕК

Водный (гидрологический) режим рек находится в прямой зависимости от климата, в первую очередь от осадков и температур воздуха. Власти в нашей области хватает, а вот температура воздуха резко меняется по сезонам года, поэтому в жизни рек различаются зимний и летний режимы.

Зимний режим рек начинается с установления ледостава. Начало его чаще всего приходится на вторую декаду ноября, когда среднесуточная температура воздуха понижается до минус 2–3°C. К концу марта толщина льда на реках области достигает 40–60 см, а в наиболее суровые зимы и того больше – 75–108 см. Как правило, лед толще у берегов – до 60–100 см, а на быстринах (стремне) утоньшается до 10–15 см, в некоторых местах он вообще не образуется, там полыньи – участки реки, свободные ото льда.

Мощность льда на реках зависит и от притока тепла подземных вод. Так, некоторые ручьи, впадающие в озера Неро и Плещеево, благодаря подтоку теплых и минерализованных вод замерзают только в очень суровые зимы. Сказывается на тепловом режиме рек и хозяйственная деятельность. Не замерзают, например, река Ковать, вследствие сброса в нее теплых вод с Тутаевского завода дизельных агрегатов, отдельные участки реки Которосль у Гаврилов-Яма и Ярославля, Печегда и ряд других рек.

Массовое таяние льда на реках начинается с момента перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C, то есть со 2–5 апреля. Разрушение льда быстрее всего идет на перекатах, быстринах. К концу марта, в результате понижения уровня воды в реках, лед проседает, растрескивается, садится на отмельные берега. В таких местах толщина льда нередко достигает метра и более. У приглубых берегов (крутые берега с большой глубины реки) в марте образуется узкая длинная полоска воды на льду – закраина. Образуется она за счет оживления деятельности ручьев, подтаивания снега на крутых южной ориентировки (солнечных) склонах речной долины.

С середины апреля, числа 15–22, когда среднесуточная температура воздуха поднимается до 3–4°C и когда сходит снежный покров, начинается весенний ледоход, который в зависимости от величины реки длится от 2 до 8 дней. На это время приходится пик половодья, после чего в течение 15–20 дней идет спад половодья. На некоторых реках, особенно на очень малых, лед тает на месте и тогда весеннего ледохода на них не

бывает. Вообще вынос льда малыми реками в Волгу незначителен – основная масса его тает до подхода к ней.

В среднем реки находятся под ледяным покровом около 5 месяцев (от 137 до 168 дней), но ледовые образования могут быть и бывают и до начала, и после ледостава. Начальная форма льда – сало – появляются в воде после перехода среднесуточной температуры воздуха через 0°C. Сало – это длинные, до 8–12 мм, очень тонкие кристаллы льда. С их распространением вода приобретает сталистый оттенок, даже на вид она кажется холодной.

Сало уплотняется и постепенно переходит в следующую стадию льда – блинчатый лед. Он представляет собой тонкие, до 1 см пластины льда. Эти пластины, сталкиваясь в движении, очень скоро приобретают округлую форму, напоминающую блины.

Третья фаза ледовых образований на реке – это лепешчатый лед. Толщина такого льда уже несколько сантиметров. Нередко в реках с быстрым течением и каменистым дном образуется донный (внутриводный) лед. Отрываясь от дна, он поднимает с глубины камни, разные предметы и переносит их за десятки километров от местонахождения. Иногда можно видеть, как льдины несут булыжники и даже валуны весом до 100–200 кг.

В отдельные, наиболее суровые зимы, донный лед, нарастая снизу на перекатах, образует ледяные плотины (тарыны) и тем самым создает условия для зимних подъемов уровня воды в реке. Бывали случаи, когда реки, выходя из берегов, затапливали окружающие пространства. Наводнения и летом – бедствия, зимние наводнения – бедствия вдвойне.

Со второй-третьей декады мая, после спада половодья, до конца сентября на реках устанавливается летняя межень – период летних низких вод. Но наиболее низкий уровень для большинства рек области приходится на июнь–август, когда испарение достигает максимума и выпавшие атмосферные осадки либо испаряются, либо фильтруются в грунт. Межень один–три раза ежегодно нарушается прохождением дождей паводков.

Вторая, зимняя межень длится с ноября по март. Реки в это время переходят только на подземное питание, водность их резко падает, реки мелеют. И те из них, у которых русла врезались неглубоко или не вскрыли водообильного водоносного горизонта подземных вод, перемерзают на всю зиму.

Гидрологи, измеряя меженные расходы рек, определяют так называемый минимальный сток рек. Если реки не протекают через крупный болотный массив или через озеро, то минимальный сток формируется только за счет подземных вод. Подземное питание самое устойчивое, дает наиболее чистую воду с постоянной температурой, устойчиво и в отношении химического состава вод. У рек с обильным подземным питанием и летом вода холодная, как, пример, в среднем течении Туношонки или Маткомы.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Для хозяйственных целей важно иметь сведения о водных ресурсах. Не зная их, можно оказаться в сложном положении, что случилось, например, при строительстве химзавода в Переславле-Залесском или завода деревообрабатывающих станков в Данилове. Водные ресурсы – это не просто перечисление рек и озер и определение в них запасов воды. Река реке рознь, как и озеро озеру. Нужны более определенные количественные показатели. В гидрологии для этой цели используются два понятия – «статические запасы» и «возобновляемые водные ресурсы». Для краткости произношения первые просто называют «запасы», а вторые – «ресурсы».

Для определения запасов воды необходимо подсчитать, сколько воды находится одновременно в данном районе в реках, озерах, болотах и в толще подземных водоносных горизонтов.

Проще всего подсчитать запасы озерных вод, хотя и там немало сложностей. Труднее определить запасы речных вод. Для этого реки нужно объединить в группы таким образом, чтобы в каждой группе они были одинаковы и по размерам, и

по водности, то есть приблизительно так, как это сделали мы, разбив реки Ярославского Нечерноземья на пять категорий. Каждая группа рек должна иметь приблизительно одинаковую среднюю глубину, ширину и длину. Имея данные средних значений реки и рассчитав среднюю площадь живого сечения рек, нетрудно подсчитать объем воды для каждой группы рек и их суммарный объем. Таким образом подсчитан объем малых рек Ярославского Нечерноземья. Он оказался равным 0.24–0.15 км². Не так и много!

Очень сложно определить запасы подземных вод. Подсчитывают их с большими допущениями. С учетом таких допущений запасы подземных вод Ярославского Нечерноземья определены в 215 км³ – огромная величина, превышающая меженные запасы всех рек России.

Как видим, основной запас воды падает на долю подземных вод. Но это существенно иные запасы, и их не совсем правильно сравнивать с запасами речных вод. Прежде чем использовать подземные воды, надо еще извлечь их из вмещающих пород, а это непросто. Поэтому, как это ни покажется странным на первый взгляд, именно русловые речные воды имеют наибольшее значение в водном хозяйстве, являясь главным источником воды для удовлетворения потребностей общества.

Важнейшая тому причина – это продолжительность возобновления запасов. Так известно, природные воды едины. В процессе круговорота все они связаны между собой и переходят одни в другие. Исходным звеном всех видов вод являются атмосферные осадки.

Каждый вид природных вод непрерывно расходуется и возобновляется. Однако продолжительность возобновления речных, озерных, подземных и иных вод существенно отличается. Наиболее динамичны речные воды. При их относительно небольшом объеме они возобновляются примерно каждые 16 суток, то есть за год вода в реке меняется более 20 раз. В то время как самые верхние, связанные с реками, горизонты подземных вод Ярославской области – в среднем за 144 года, то есть в 2880 раз медленнее, чем речные воды. Если же учесть и более

глубокие горизонты подземных вод, то длительность водообмена станет еще больше – до 1000 лет. Вот поэтому запасы подземных вод относят к категории вековых, статических. Использовать их надо с осторожностью, экономно, иначе запасы подземных вод могут быть исчерпаны, водоносные горизонты могут истощаться.

Нельзя полностью использовать и возобновляемые ресурсы, иначе могут произойти такие качественные изменения вод, что дальнейшее их использование станет невозможным. Существует санитарная норма забора вод, и она, как правило, составляет от $\frac{1}{5}$ до $\frac{1}{4}$ части возобновляемых ресурсов. Эти ресурсы принято называть эксплуатационными. Их использование не вызывает необратимых изменений в природе, не наносит ей вреда. Таким образом, главная задача – определить эксплуатационные ресурсы речного бассейна, административного района, области, страны. Так, для эксплуатации атомной электростанции мощностью в один миллион киловатт понадобится не менее миллиона кубометров воды в сутки. Можно ли ее построить, скажем, в Любиме на реке Обноре? Известно, что средний секундный расход Обноры равен 13.7 кубометра. В сутках 86400 секунд. Следовательно, суточный расход Обноры составит 1183680 кубометров. Вроде бы хватит для АЭС. Но не следует забывать о санитарной норме – иначе река погибнет. По санитарной норме из Обноры можно взять всего около 240000 кубометров воды. Таким образом, для эксплуатации АЭС в районе Любима необходимо строительство на Обноре водохранилища, затопление значительных пойменных плодородных земель.

Если сопоставить вековые (статические) запасы – возобновляемые ресурсы – эксплуатационные ресурсы, то цифровое их выражение для Ярославского Нечерноземья будет выглядеть следующим образом: $254 \text{ км}^3 - 1.760 \text{ км}^3 - 1.247 \text{ км}^3$. Как видим, эксплуатационные ресурсы Ярославского Нечерноземья почти в 200 раз меньше вековых запасов.

СТОК РЕК И ЕГО РАСЧЕТ

Расчет водных ресурсов возможен при условии подсчета стока рек. Сток – это количество воды, проходящей через живое сечение реки за длительный промежуток времени: сутки, декаду, месяц, сезон, год, средний за много лет (среднемноголетний). Но его подсчет возможен на основе данных расхода реки. Расход потока – это количество воды, проходящей через площадь живого сечения реки за одну секунду и выражается в кубических метрах в секунду – м³/с. Сток принято выражать в кубических километрах за год или иной срок.

Определение расходов ведется на гидрологических постах, их в Ярославской области в настоящее время 25: на реке Которосль – у г. Гаврилов-Ям, реке Устье – с. Дуброво, реке Криве – д. Симаницы, реке Мокзе – с. Веска, реке Нерли – д. Подол, реке Улейме – д. Савино, реке Сутке – д. Речково, реке Ильд – д. Спас-Ильд, реке Сити – д. Игнатово и д. Родионово, реке Ухре – д. Панино, реке Черемухе – д. Дмитровка, реке Пахме – д. Богослов, реке Соти – д. Верхний Жар, реке Обноре – д. Шарна и д. Федино, реке Корожечне – д. Сумы и д. Усаты, реке Солонице – д. Бортниково, реке Печегды – п. Чебоково, реке Юхоть – д. Глоднево, реке Туношне – д. Орлецы, реке Касти – д. Рылово.

Нередко гидрологические посты закрывают и открывают на новых реках и в других местах, переносят с места на место. Это, в общем, плохо. Чтобы узнать характер реки, необходимы длительные наблюдения – лет 40–60. Этот срок должен включать все характерные периоды жизни реки: маловодье, среднее ее состояние и многоводье, катастрофические засухи, как в 1971–1972 годах, бурные половодья и паводки. Длительный ряд наблюдений нужен и для статистической обработки расчетов, благодаря которым можно предсказать поведение реки.

Кроме длительных наблюдений за реками на гидрологических постах, исследованиями стока занимаются различные ведомства, организации. Железнодорожники ведут наблюдения за уровнем рек у мостов, мелиораторы определяют расход рек

и возможность сброса через реки вод с осушаемых массивов, градостроителей интересуют водные ресурсы и качество речных вод. Вот поэтому на реках возникают кратковременные посты наблюдений. Все собранные сведения концентрируются на гидрологических станциях, там они обрабатываются и затем публикуются в специальных изданиях – в «Гидрологических ежегодниках», «Водных ресурсах», «Гидрохимических материалах» и иных изданиях.

Измеренные и расчетные данные стока рек Ярославского Нечерноземья позволили установить, что среднесуточный коэффициент стока рек на территории области равен 0.38. Это значит, что из 100% выпавших осадков 38% стекли через реки, а остальные либо испарились, либо просочились в грунт. Территориально коэффициент стока изменяется от 0.31 до 0.46. Такая большая разница в стоке разных регионов связана с неодинаковыми физико-географическими условиями стока атмосферных осадков. В условиях одинакового увлажнения территории интенсивность поверхностного стока зависит главным образом от характера рельефа, условий фильтрации влаги в грунт. В целом можно сказать, что наибольшие величины стока в нашей области наблюдаются в Пошехонском районе, наименьшие – в Переславском.

В связи с тем, что коэффициент стока – величина относительная, в хозяйственной практике часто используются две другие величины стока: высота слоя стока и модуль стока. Первая величина позволяет узнать, сколько влаги стекает с водосборной площади в миллиметрах за год, вторая – сколько стекает влаги с одно квадратного километра речного бассейна в литрах за одну секунду.

Предположим, что в Пошехонском районе в среднем за год выпадает 600 мм осадков, а коэффициент стока равен 0.45. Это значит, что через реки стекает 270 мм выпавших осадков ($600 \text{ мм} : 100\% = X : 45\%$), модуль стока для этого района составит 8.44 л/с км^2 .

Анализируя карту стока Ярославской области, можно сделать главный вывод: высота слоя стока уменьшается с севера

(270 мм) на юг (176 мм). Но в общем широтном ходе изолиний коэффициента стока видны аномалии – для бассейнов рек Устье и Сары, для рек Некоузского района. В первом случае наблюдаются высокие значения стока, во втором, наоборот, – низкие. Высокие значения поверхностного стока при малом количестве рек бассейнов рек Устье и Сары связано с очень мощным подземным питанием этих рек.

В Некоузском районе изолинии стока имеют не широтное, а меридиональное направление и очень низкий размер стока — около 170 мм. Такое, в общем, не характерное явление для природной зоны южной тайги объяснить можно только уплощенностью рельефа, неглубоким врезом рек в подземные водоносные горизонты. Они только вскрывают водоносный горизонт, горизонты эти безнапорные или малонапорные, и поэтому доля подземного питания рек мала – 6–8% от общего.

Величина стока меняется не только территориально, но и во времени. Из года в год расход и сток рек меняются в зависимости от циклических колебаний климата. При этом колебания стока самых малых рек проявляются резче, чем у крупных. Ручьи и самые малые реки чутко реагируют не только на колебания климата, но и на малейшее изменение погоды. Легко проследить и убедиться, что в сухую летнюю пору ручьи более полноводны ранним утром, нежели вечером.

Отклонения в большую или меньшую сторону от средних значений могут достигать полутора–двукратной величины, но сама средняя величина стока даже в вековых измерениях меняется мало. В многоводные годы сток рек обычно составляет 130–150%, в маловодные – 60–70% от его средних значений.

Изучение стока рек зоны достаточного и избыточного увлажнения Нечерноземья, куда входит и Ярославская область, за 100-летний период (с 1900 по 2000 гг.) показало, что продолжительность многоводных и очень многоводных циклов составляет 2–3 года, средних по водности – 2–11 лет, маловодных и очень маловодных – 2–4 года. За 100 лет наблюдений в Ярославской области тринадцать раз наблюдалось маловодье. Причем наиболее маловодным был период с 1937 по 1940 го-

ды. В четырнадцати случаях сток был выше нормы и наиболее многоводным был трехлетний цикл – 1926–1929 годы. В остальные годы сток рек был близок к норме.

Колебания меженного (минимального) стока не совпадают с общегодовыми, они несколько замедленны, растянуты и поэтому пика фазы минимального стока на полгода–год отстает от пика фазы общего стока. И это нетрудно объяснить. Минимальный сток в основном формируется подземными водами. Сработка и пополнение запасов подземных вод требует времени. В какой-то степени это даже хорошо. Не будь сдвига фазы, многие реки в засухи бы высыхали, а в сырые годы – заливали окружающие пространства. Что и происходит в случае бедного подземного питания.

Не синхронны циклы зимнего меженного и летнего меженного стоков. У летних расходов проявляется тенденция к 2–3-летним, особенно, к 5–7-летним циклам, у зимних – 3–4-летним, а для наиболее высоких расходов – 8-летним. У зимних циклов длительность в среднем на один год больше, чем у летних.

Знать, как изменяется сток реки за многолетний период, крайне важно хозяйственникам. Недобросовестные или недостаточно хорошо проведенные исследования стока приводили и приводят ко многим бедам, к гибели людей. В 1976 году в нашей области половодьем было снесено более 80 мостов, смыты десятки километров дорог, разрушены и смыты десятки складов с удобрениями и ядохимикатами, убытки в целом составили около 6 миллионов рублей. А ведь всего этого могло и не быть, если бы мосты строили выше хорошо известной строителям отметки паводков, если бы склады и животноводческие фермы не строили в водоопасной зоне. К сожалению, беды быстро забываются, и через несколько лет все повторяется вновь.

Гидрологи хорошо научились предсказывать изменения стока рек. В первую очередь принято определять коэффициент вариации (C_v) изменчивости стока. Чем меньше C_v , тем лучше зарегулированность стока, тем благоприятнее река для водо-

пользователей – не надо строить плотин и создавать водохранилищ. C_y рек изменяется от 0.05 до 1.35. В нашей области коэффициент вариации равен 0.28–0.44, то есть в многолетнем плане сток наших рек плохо зарегулирован.

Более сильно происходят внутригодовые (сезонные) изменения стока. Реки Ярославской области имеют смешанное питание с преобладанием снегового. Годовой сток рек области характеризуется высоким весенним половодьем, низкой зимней и летней меженью, относительно небольшими летне-осенними паводками, вызываемыми дождями и снижением осенью испарения.

Анализ структуры стока рек Ярославского Нечерноземья, летне-осенний сезон продолжается с июня по ноябрь, установил постепенное уменьшение стока от 4–8% в июле до 3–5% в сентябре. В октябре, в связи с увеличением выпадения атмосферных осадков и снижением испарения, величина стока возрастает до 7%. В среднем по нашей территории сток дождевых осадков составляет около 20% от среднегодового.

Зимний сток, формирующийся на 80–99% за счет подземных вод, повсеместно уменьшается от начала зимы к ее окончанию: если в декабре на долю подземного питания приходится, в зависимости от местоположения речного бассейна, 2–5% от суммарного среднегодового притока вод, то в марте – всего 0.5–0.7%.

Суммарный объем весеннего стока на 75–90% определяется стоком талых снеговых вод. Доля дождевого питания составляет от 0 до 10%, доля подземного – от 1 до 15%.

Во время половодья через живое сечение рек проходит до $\frac{4}{5}$ (60–80%) годового стока рек, у ручьев и самых малых рек и того больше – до 95%. Как видим, основная масса воды сбрасывается реками за короткое время – за 10–50 дней. В половодье хорошо прослеживаются три характерные части: подъем половодья, пик половодья и спад половодья. В общей продолжительности половодья период подъема составляет в среднем около трети. Сток на подъеме превышает сток спада в два раза и составляет в среднем 60% суммарного.

Обычно половодье на реках области проходит в виде одной резко выраженной волны стока, на спаде несколько осложненной дополнительными пиками меньшего размера, что особенно характерно для самых малых рек. Пики на спаде половодья – это следы весенних дождей.

В северных районах области половодье длится на 6–7 дней дольше, чем в южных. Там, на севере области, чаще возвраты холодов, больше лесистость речных бассейнов; больше, чем на юге, запас влаги в снеге – все это и растягивает сток талых вод.

Сроки наступления и окончания половодья, а, следовательно, его продолжительность, изменяются в широких пределах. Самое раннее наступление половодья отмечено 11 марта (на 23 дня раньше нормы), самое позднее – 24 апреля (на 20 дней). В среднем в центральных районах области начало половодья приходится на 3–5 апреля. Ранние сроки наблюдались в 1930, 1937, 1951, 1954, поздние – в 1926, 1929, 1941, 1952, 1961 годах.

В ранние весны, которые чаще всего бывают маловодными, половодье начинается и заканчивается на 5–10 дней раньше обычного. В поздние многоводные весны половодье длится на 10–15 дней дольше, начинается позже и заканчивается уже в первой декаде июня. В среднем половодье длится на разных реках от 20 до 50 дней. Минимальная продолжительность 10–36 дней, максимальная – 34–70 дней. Отклонения от среднего в ту и другую сторону не более 2-х дней, редко – до 4–8 дней.

Формирование половодья – сложный процесс. Во-первых, одновременное таяние снега происходит на площади не более 700 км². Это значит, что и в бассейнах рек с большей площадью талые воды будут поступать в реки в разное время. Так, в бассейне Которосли площадью в 6370 км² сток с одного участка будет накладываться на другой. Половодье реки Сары на день начинается раньше, чем половодье реки Мокзы, и на два дня – чем у рек Пахмы и Лахость. У Которосли два десятка крупных притоков, а это значит, что в Которосль в разное время приходят двадцать волн половодья, вот это и есть причина

длинного и сложного половодья главной реки речной системы. Волны половодья накладываются, сливаются, в результате половодье главной реки удлиняется; на фоне главного пика половодья могут возникнуть и возникают множество второстепенных.

На малых реках с площадью бассейна менее 700 км² половодье происходит проще. Одна резко выраженная волна, один пик половодья. Но и в этом случае процесс формирования половодья – явление длительное. В первые дни снеготаяния талая вода интенсивно поглощается размерзающей почвой, расходуется на заполнение бесчисленного множества микропонижений рельефа и только после этого, то есть через двое-трое суток, начинает скатываться вниз по уклону – начинается склоновый сток. Время его начала хорошо заметно: он начинается с момента образования так называемого «пестрого ландшафта», когда одни участки рельефа уже освободились от снега, другие – еще нет.

Стекающая по поверхности земли вода не представляет собой сплошного равномерного слоя, а состоит из большого числа отдельных небольших струек, сходящихся и расходящихся между собой. Скорость поверхностного стока в таком виде не превышает 150–200 м в сутки. По этой причине величина скорости добегания основной массы талой воды с водосбора до реки составляет 2–3 дня. Часть талой воды фильтруется в грунт и идет на пополнение запасов подземных вод, а часть – движется по уклону к реке, достигает ее и тем самым растягивает половодье.

Как уже говорилось ранее, дождевой сток в половодье составляет малую долю – всего 1–10% от общего. Только в отдельные дождливые годы она поднимается до 20–25%, а снегового – снижается до 65–70%. Дождевой сток в процессе формирования весеннего стока и максимального расхода рек играет весьма существенную роль. Жидкие осадки, выпадающие в период снеготаяния, увеличивают интенсивность водоотдачи снега и способствуют формированию наибольших максимальных расходов. Катастрофические половодья 1908 и 1926 годов

сформировались при участии сильных дождей на фоне пика половодья.

За период регулярных наблюдений выдающиеся половодья на реках Ярославской области наблюдались в 1908, 1926, 1928, 1931, 1942, 1947, 1955, 1957, 1963, 1966, 1975, 1991, 1993, 1998 годах. Выдающиеся половодья формируются при наличии больших запасов воды в снеге (в 1.5-2 раза выше нормы), устойчивой холодной зимы, позднего и дружного снеготаяния и большого количества осадков в период половодья.

Дождевые паводки летне-осеннего времени наблюдаются на всех реках Ярославской области. Интенсивность и частота паводков в очень большой степени зависит от местных условий. Увеличение стока в теплое время года наблюдается ежегодно, но четко выраженные паводки фиксируются не всегда. В дождливые сезоны на одной реке может быть до 7–12 паводков. Дождевые паводки на реках с водосборной площадью до 100 км², то есть на очень малых реках, обычно в 1.5–3 раза по объему стока меньше снеговых. На реках с большим водосбором при затяжных дождях (продолжительностью 3–5 суток) дождевые паводки могут достигнуть величины половодья и даже превзойти его.

Паводки формируются в том случае, если количество осадков превышает сумму потерь на фильтрацию, испарение, транспирацию и прочие потери. Поэтому на крупных и средних водосборах паводки образуются при выпадении серии дождей, охватывающие всю или большую часть речного водосбора, а на малых водосборах – при выпадении коротких, но сильных ливней. Наиболее значительные паводки наблюдаются при выпадении 30–170 мм осадков.

Чаще всего высокие паводки в нашей области случаются осенью, и больше всего их приходится на октябрь – до 30–35% от всех учтенных. Продолжительность паводков на реках с водосборной площадью более 500 км² – от 15 до 35 суток. На очень малых реках – значительно короче. В отдельные «мокрые» годы один паводок смыкается с другим, и тогда паводок может растянуться до 100 и более суток.

На самых малых реках, с площадью водосбора до 200 км², подъемы паводков быстры и резки, часто неожиданны для населения. Нередко застают его врасплох и приносят немало бед. На более крупных реках внезапные паводки случаются редко, подъем уровня воды в реках идет сравнительно медленно – от 2 до 15 суток. За это время можно при желании из зоны затопления увести скот, убрать урожай, не говоря уже об эвакуации людей.

Спад паводков в 2–4 раза продолжительней подъема. Нередко во время спада паводков выпадают осадки, они искажают истинную картину спада, так как на фон спада накладываются новые кратковременные подъемы. Суммарный сток жидких осадков за июнь–октябрь изменяется с севера на юго-восток от 30–40 мм в бассейнах рек Маткомы, Согожи и Сити до 20–25 мм в бассейнах Сары и Нерли. В среднем доля дождевого стока в годовом объеме уменьшается с 20–28 в северной части до 15% на юге. В дождливые годы доля дождевого питания рек может подниматься до 25–33%, но подобное случается не чаще одного раза в десять лет.

Известно, что величина речного стока зависит от многих природных факторов. Чаще всего, кроме климатических, обращают внимание на залесенность и заболоченность речных бассейнов. Вопрос о влиянии этих факторов разрабатывается учеными более ста лет, но до сих пор в нем еще много спорного и противоречивого.

Влияние леса на сток проявляется в регулирующей роли леса: в лесу снег тает дольше, чем в поле; лесная почва лучше и больше степной впитывает влагу и переводит поверхностный сток в подземный, а это растягивает половодье, делает его более плавным, нежели в степной зоне. Но лес лесу рознь, да и залесенность территории не остается постоянной. Так, лесистость Ярославской области в 1696 году составляла 52,7, в 1914 – 28,5, а в 1986 – 47,1%, в 2000 году – 45%. Изменилась с XVII века и структура леса. Если раньше господствовали хвойные леса (ель и сосна), то в настоящее время – мелколиственные (береза и осина). Лиственные леса в два раза больше испаряют влаги, чем хвойные, снег в березовых лесах тает быстрее,

чем в еловом. Лиственные леса суше еловых, уровень грунтовых вод в лиственных лесах постепенно понижается, и лес со временем приобретает сухостойный характер. Однако по истечении определенного времени ельники вновь сменяют березняки и осинники, вновь поднимется уровень грунтовых вод, а реки вновь несколько изменят свой режим.

Гидрологическими исследованиями в Нечерноземье удалось установить:

а) наибольшая зарегулированность стока отмечается при сочетании большой залесенности и преобладании песчаных и супесчаных пород;

б) на таких водосборах доля весеннего стока на 7–14% меньше, а летне-осеннего и зимнего стоков – на 4–7% больше, чем на безлесных или слабооблесенных водосборах с суглинистым грунтом;

в) доля меженного стока на залесенных водосборах в 1.5–2 раза выше, чем на безлесных.

Дискуссии о значении болот и заболоченных земель в речном стоке начались со времен великого русского почвовед В.В. Докучаева и знаменитого гидролога А. Тилло и до сих пор носят ожесточенный характер. А. Тилло сумел убедить общественность, что болота имеют большое водорегулирующее значение. С начала нашего века мнение о роли болот стало постепенно меняться. Теперь уже ясно, что осушение болот в зоне тайги не приводит к обмелению и «исчезновению» рек, а наоборот, увеличивает их водность и делает более благоприятным для водных животных химический состав воды.

Дело в том, что болота, поглощая большое количество влаги, неохотно отдают ее рекам. Причина эта кроется в чрезвычайно низкой фильтрационной проводимости торфяной залежи, в очень большой влагоемкости торфа. Болото в среднем на 89–94% состоит из воды и только на 6–11% из растительной массы. Большая часть воды болот находится в связанном состоянии, она надолго выпадает из водооборота. Сток с болот крайне затруднен, даже при осушении болот влажность торфа не падает ниже 85%.

Болот в Ярославской области великое множество – только торфяных 1160, в 83-х запасы торфа уже полностью выработаны. Болота покрывают 170000 гектаров поверхности области и удерживают из малого круговорота воды более 2 миллионов кубометров воды. Заболоченность речных бассейнов области весьма неравномерна – от 1 до 45%, и самое печальное то, что она постепенно увеличивается. Заболачиваются водоразделы, речные долины, леса, особенно хвойные. Болота поглощают реки. Спутниковая съемка показала, что за время активного земледелия (за 500 лет) в Ярославской области торфяные толщи погребли не менее 150 малых рек и ручьев и более двух десятков озер.

Конечно, болота – это уникальные ландшафты биосферы со своеобразной и порой ценной флорой и фауной. Это, наконец, запасы ценного сырья – торфа. Но для жизни человека болотный ландшафт и неудобен, и неблагоприятен. Едва ли кто из нас добровольно пожелает жить на болоте. Нельзя забывать и того, что болота чрезвычайно агрессивны. За 7–8 тысяч лет своего существования они практически полностью покрыли Архангельскую область, значительную часть Вологодской и Костромской областей, площадь их непрерывно растет и в нашей области. Разумная и хорошо организованная водная мелиорация для повышения урожайности полей в наших условиях крайне необходима.

Чтобы не быть голословным в этом вопросе, попробуем на фактах убедиться, что болота нужно сохранять до разумного предела. Во-первых, обратим внимание на сток талых вод с заболоченных пространств. Известно, что леса на болотах плохо растут и что торфяная масса оттаивает позже, а замерзает раньше обычной почвы. Поэтому сход снежного покрова и сброс талых вод с болотных массивов идет с большей скоростью, чем в поле и, тем более, в лесу. Но талые воды с болотных массивов редко достигают рек. Почти вся стекающая вода перехватывается окрайками болотных массивов, заболачиваемыми лесами, внутриболотными озерами и озерками и болота-

ми котловинного залегания. Исследования показали, что и сток дождевых паводков с болот в 2–3 раза ниже, чем с суходолов. Отсюда видно, что болота лишают реки как весенних талых вод, так и летних дождевых.

Еще хуже с меженным стоком рек. При мощности торфяной залежи в 60–70 см сток с болот приближается к нулю, поскольку торфяная залежь, обладая большой водоудерживающей способностью, слабо отдает содержащуюся в ней воду в речную сеть. При большей мощности (а в Ярославской области она в среднем равна 2.5–2.6 м) торфяная залежь отчленяет реки от горизонта подземных вод, лишая их тем самым устойчивого питания. Реки транзитно текут через болота. Водность их из года в год падает, вода болотных рек темно-коричневого цвета, невкусная, так как маломинерализована, кислая, бедная обитателями.

Проведя многочисленные натурные измерения, исследователи Советского Союза, Финляндии и Англии установили, что поверхностный и, особенно, подземный сток составляют весьма малую долю расходной части водного баланса болота, что основная доля расхода – это испарение и транспирация растений. Таким путем болота расходуют влаги больше, чем леса и поля.

Исследователи пришли к выводу, что осушительные мелиорации способствуют увеличению среднего годового стока, особенно значительно в первые годы после завершения строительства осушительных систем. Происходит это за счет сработки так называемых «вековых» запасов болотных вод и уменьшения испарения.

При решении многих проблем использования водных ресурсов наряду с количественной оценкой стока рек требуется получить и качественную их характеристику – сведения о химическом составе вод, о их газовом режиме, кислотности (рН), цветности и прозрачности, запасе и вкусовых качествах. Регулярные гидрохимические наблюдения на реках проводятся постами гидрометслужбы с 1936 года. До этого они были эпизо-

дическими и, самое главное, не было единой программы исследований, поэтому сравнить воду одной реки с другой было крайне трудно, а порой и невозможно.

ХИМИЗМ ВОДЫ МАЛЫХ РЕК

Химический состав природных вод первоначально формируется из вод атмосферных осадков. Атмосферные осадки – это не дистиллированная вода. Влага, испаряясь с поверхности океана, захватывает соли, растворенные в нем, – преимущественно хлориды и сульфаты. По дороге к нам водные пары поглощают многие другие вещества, выброшенные в атмосферу заводами и фабриками, автомашинами и самолетами. По этой причине снег и дождь, выпадающие в Ярославской области, как и в других, содержат различные соли, кислоты и прочие вещества, далеко не безвредные для растений, животных, особенно молоди рыб.

Фильтруясь в почвы и грунт, атмосферные воды вымывают из них соли, кислоты и органические вещества и через короткое время существенно меняют качественные характеристики. Количество растворенных веществ и химический состав речных вод зависит от длительности контакта воды с почвогрунтами, их физического состояния, от сезона года.

Во время половодья талые маломинерализованные воды, как правило, стекают по размерзающему грунту и поэтому мало обогащаются солями. Поступая в речную сеть, они резко снижают (в 4–6 раз) минерализацию речных вод – с 500–650 до 60–80 мг/л (табл. 4). В переходный период от весеннего половодья к летней межени русла рек заполняются довольно минерализованными почвенно-грунтовыми водами, насыщенными не только естественными солями, но и солями минеральных удобрений, ядохимикатами, продуктами органического распада. Эти воды держатся в русловой сети недолго, вскоре их вытесняют подземные воды (грунтовые и межпластовые) летней межени. Минерализация речных вод возрастает в 4–5 раз. Особенно велика она бывает в годы с низким половодьем.

Осенью, особенно дождливой, минерализация рек падает, но через 1.5-2 месяца, после установления ледостава, начинает довольно быстро увеличиваться. Наиболее минерализованы речные воды в феврале–марте. Концентрация солей в это время достигает 600–800 мг/л.

Таблица 4

Сезонные изменения минерализации рек
Ярославского Нечерноземья

Река — пост	Минерализация, мг/л		
	половодье	летняя межень	зимняя межень
Которосль — г. Гаврилов-Ям	95.6	336.3	513.1
Устье — д. Дуброво	65.9	426.2	460.3
Нерль — д. Подол	96.9	399.0	534.0
Корожечна — д. Сумы	89.2	493.0	628.0
Согожа — д. Родионка	69.0	442.0	580.0
Ить — д. Нестерово	79.0	495.0	528.4
Соть — д. В.Жар	84.4	455.6	552.4
Обнора — с. Шарно	107.6	436.3	690.0
Солоница — д. Бортниково	301.9	527.2	509.1
Крива — д. Симаницы	95.3	321.0	305.3

По гидрохимической классификации О.А. Алехина, реки Ярославского Поволжья относятся к гидрокарбонатному классу и кальциевой группе, к категории со средней и повышенной минерализацией. Наиболее минерализованы северные реки нашей области (Согожа, Обнора, Маткома), менее всего — юга (Нерль, Трубеж). В особом положении находится река Солоница: химизм ее воды мало меняется как в количественном, так и качественном отношении по сезонам года. Удивительная река! Много особенного и непонятного в ней. Известно, что в нижнем ее течении с большой глубины бьют мощные соляные источники.

Главнейшим ионом речных вод Ярославского Поволжья, определяющим их химические особенности, является гидро-

карбонат-ион, источником которого служат карбонаты кальция и магния, а также угольная кислота. В зимнюю и летнюю межень его содержание доходит до 44–46 мг-экв./%, в половодье и паводки уменьшается до 32 мг-экв./%. Весовое содержание гидрокарбонат-иона (HCO_3^-) в межень составляет 320–330 мг/л, в половодье – 50 мг/л. Наиболее сильно изменяется содержание гидрокарбонат-иона по сезонам года в водах рек Обноры (в 23 раза) и Корожечны (в 10 раз).

По условно установленной шкале оценки качества питьевой воды в зависимости от общего количества растворенных солей вода с минерализацией до 600 мг/л считается хорошей, от 600 до 1000 мг/л – удовлетворительной. Таким образом, воды малых рек Ярославской области по этому показателю вполне пригодны для приготовления пищи.

Важно в оценке качества природных вод знать величину их жесткости. От этого зависят вкусовые качества воды, отложения накипи на стенках паровых котлов и чайников, возможности хорошо выстирать белье и вымыться, влияет величина жесткости вод и на здоровье человека и животных. Жесткость воды зависит от количества растворенных в ней ионов кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}) и измеряется их содержанием, выраженным в мг-экв./л. Общую жесткость подразделяют на устранимую и постоянную. Исходя из потребительских качеств, различают следующие виды речных вод: очень мягкая – жесткость менее 1.5 мг-экв./л; мягкая – 1.5–3.0; умеренно-жесткая – 3.6–6.0; жесткая – 6.0–9.0; очень жесткая – более 9 мг-экв./л.

Величина жесткости речных вод подвержена большим сезонным колебаниям и в значительной степени зависит от характера питания реки в данный период. Наименьшая жесткость речных вод наблюдается в половодье, снижается в паводки и достигает максимальных значений в летнюю и зимнюю межень и, особенно, в августе и феврале–марте.

По приведенной ранее классификации воды рек Ярославской области относятся к категории жестких вод – на всей территории области в межень она выше 6 мг-экв./л, а у притоков реки Корожечны – выше 9 мг-экв./л, то есть воды очень жест-

кие. Интересно, что в половодье у Корожечны и ее притоков жесткость наименьшая из рек области, и, таким образом, колебания жесткости этой речной системы наибольшие, а это неблагоприятно для здоровья. Несколько меньшие, но также значительные колебания жесткости наблюдаются в водах реки Обноры. В целом, режим общей жесткости речных вод в северных районах области выражен наиболее сильно, в центральных и южных он более стабилен.

Существенное значение для оценки природных вод имеет содержание сульфат-иона (SO_4^{2-}), ионов натрия (Na^+), поскольку их большое количество ухудшает вкусовые качества воды, придает ей солоновато-горький привкус, вызывает неприятные физиологические ощущения. Питьевая вода не должна иметь каких-либо привкусов.

Среднее содержанием сульфат-иона в межень для рек области около 33 мг-экв./л, но в реке Соть – более 73, в то время как в реке Нерли – всего 15.8 мг-экв./л. В половодье концентрация этого иона падает, но не у всех рек. У некоторых, наоборот, весной сульфат-иона больше, чем в межень. Сезонные амплитуды содержания сульфат-иона невелики – 2–3 мг-экв./л. Единственная непригодная для пищи по этому показателю в Ярославской области река – это Солонуха. Остальные в естественном состоянии вполне отвечают нормам.

Содержание иона магния мало зависит от сезонов года, мало оно меняется и по территории области, обычно около 12–16 мг-экв./%, и только в некоторых ручьях и колодцах Ростовского района в 3–4 раза выше. Вода в этих водоемах горьковатая, невкусная, население предпочитает ей воду из артезианских скважин. Среднее весовое содержание иона магния изменяется от 25.0 в межень до 3.6 мг-экв./л в половодье. Наиболее высоко оно в реке Корожечне и менее всего в реке Нерль.

Большое значение для определения пригодности вод к употреблению имеют сведения о содержании биогенных соединений: нитритов, нитратов и общего железа. Наличие нитритов в воде указывает на свежее загрязнение реки. Как правило, в воде их немного, в пределах 0.001–0.060 мг/л. Зимой их

обычно больше – 0.050–0.067, весной поменьше – 0.004–0.047, а летом минимум – 0.001–0.008 мг/л – в процессе фотосинтеза нитриты усиленно поглощаются планктоном.

Нитраты – конечный продукт сложного процесса минерализации органического вещества, и поэтому их в воде больше, чем нитритов – от 0.01 до 3.00 мг/л. В сезонном распределении нитратов имеется довольно четкая закономерность. Весной и летом, в период развития фотосинтеза, нитраты потребляются планктоном, поэтому в воде их нет или очень мало – 0.06–0.01 мг/л, осенью и зимой их содержание возрастает в 6–100 раз. Особенно велико содержание нитратов в местах сброса сточных вод животноводческих ферм. Нитраты свидетельствуют об устойчивом загрязнении реки. Высокое их содержание способствует развитию водной растительности, «цветению воды». Длительное употребление воды, содержащей повышенные дозы нитратов, может привести к устойчивой бессоннице, вызывает малокровие, способствует развитию гипертонии и сердечно-сосудистых болезней.

В водах наших рек содержится некоторое количество общего железа: от 0.17 мг/л – в летнюю межень до 1.41 мг/л – в половодье и зимнюю межень. Наиболее богаты ионами железа Корожечна и Обнора. Наличие в воде общего железа более 0.5 мг/л нежелательно, так как его избыток провоцирует развитие атеросклероза.

Фосфаты и их соединения наиболее устойчивы по сравнению с другими соединениями биогенных элементов. В воде их немного – от 0.001 до 0.080 мг/л. Максимум – зимой, меньше всего их летом. Избыток фосфатов способствует бурному развитию водной растительности, особенно водорослей, в том числе сине-зеленых – губителей водоемов.

ПРОБЛЕМЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МАЛЫХ РЕК

Сложность гидрологического режима малых рек создает определенные трудности их хозяйственного освоения. Тем не менее, в прошлом на малых реках Ярославской губернии на-

считывалось более 400 мельничных плотин. У каждой мельницы формировалось мини-водохранилище, но такое, чтобы и пойма не затоплялась, и рыба водилась. В послевоенные годы за короткое время было построено два десятка малых ГЭС, но после недолгой эксплуатации машины были демонтированы, плотины же размывли половодья и паводки. В настоящее время малые реки используются только для водоснабжения и орошения.

Речные воды – трудноиспользуемые ресурсы. Использование их для водоснабжения требует строительства дорогостоящих водозаборных и очистных сооружений, поэтому речные водозаборы строятся у городов, крупных ферм и оросительных систем. На малых реках Ярославской области к 2000 году насчитывалось всего 50 водозаборов общей производительностью 207000 кубометров воды в сутки. Наиболее крупные из них на реке Которосль у Гаврилов-Яма и Ярославля – 152000, реке Саре – 17220, реке Устье – 12400, реке Коровке – 4000, реке Черемухе – 3000 и реке Трубеж – 2800, остальные водозаборы от 200 до 15 кубометров в сутки.

Из предыдущего известно, что годовой сток малых рек Ярославской области около 5.9 км^3 , в то время как суммарный годовой забор воды из этих рек 0.08 км^3 . Нетрудно подсчитать, что водозабор из рек составляет всего 1.4% от стока. Как видим, величина ничтожно малая и не может грозить истощению малых рек. Но дело в другом – водозаборы размещены на ограниченном числе рек и, кроме того, забор воды идет крайне неравномерно. Летом такие реки, как Пахма, Пажица, Которосль, Кештома, Ить, Урдома и ряд других во время забора воды на орошение теряют до 30–80% стока, дождевальные установки норой полностью выбирают воду из живого сечения реки.

Но основной причиной обмеления малых рек является не забор воды из рек, а циклические колебания климата. Реки хотя и мелеют, но водность их меняется мало. В последние годы обмелению рек способствует интенсификация сельскохозяйст-

венного производства. Главным виновником оказалась тяжелая колесная техника: 10–12-тонные тракторы буквально размалывают почво-грунты речных бассейнов. Благодаря применению тяжелой техники эрозионные процессы возросли за последние 22–25 лет на порядок. Весной и даже при небольшом паводке сотни тысяч тонн почвы, суглинка и ила выносятся в реки, разносятся по пойме, оседают на дне. Поток не справляется с переносом всего грунта, выносимого талыми и дождевыми водами с водоразделов.

Главная опасность для малых рек заключается не в прямом физическом истощении водных ресурсов, а в их загрязнении, в нехватке чистой воды. В загрязнении природных вод виноваты все отрасли народного хозяйства: промышленность, транспорт и сельское хозяйство.

Справиться с агротехническим загрязнением очень трудно. Дело в том, что агротехнические стоки рассредоточены по площади, стекают в реки на большом протяжении, их не направишь в трубу. По самым скромным подсчетам талыми и дождевыми водами выносятся до 20% азотистых и 1–2% фосфорных удобрений, значительная часть ядохимикатов. И результат не замедлил сказаться: вода рек и озер «зацвела». «Цветение» воды связано с массовым размножением сине-зеленых и диатомовых водорослей. Беда, когда их много. В процессе своей жизнедеятельности сине-зеленые водоросли выделяют токсические вещества, которые подавляют все остальные организмы. Зимой на окисление отмершей массы сине-зеленых и других растительных остатков расходуется растворенный в воде кислород, вследствие чего на реках возникают «заморы», становящиеся с каждым годом все губительнее. Кроме того, при разложении растительной массы выделяются метан, сероводород. Таким образом, в реках, особенно в бочагах, на плесах возникают бескислородно-сероводородные зоны, совершенно безжизненные, непригодные для водопотребления. После сине-зеленых – мертвая тишина.

Бездумное применение гербицидов привело к накоплению в реках, особенно в бочагах и плесах, соединений меди, ртути и ряда других нежелательных для обитателей водоемов и человека химических соединений. Это одна из причин резкого уменьшения за последние десятилетия рыбных богатств, это и причина усиления заболевания людей сердечно-сосудистыми, онкологическими и кожными болезнями.

Вторая сельскохозяйственная проблема – это загрязнение рек животноводческими стоками. Представляется, что проще всего построить на каждой ферме очистные сооружения. Но, во-первых, технология очистки во всем мире несовершенна. Невозможно грязные стоки превратить в чистые реки. Во-вторых, эксплуатация очистных сооружений требует квалифицированных работников. Их мало, в сельской местности практически нет. К концу 1985 года в Ярославской области из 344 колхозов и совхозов очистные сооружения имелись лишь в 101 хозяйстве (менее 27%), производительностью 16500 кубометров в сутки, но действовало всего 37 – производительностью 11800 кубометров в сутки. Остальные сооружения находятся в запущенном состоянии и потому не работают.

Халатность и разгильдяйство обслуживающего персонала, нарушение норм содержания животных, приводят к залповым сбросам из жижеборников в водоемы и огромным материальным потерям – гибнет рыба, водоем надолго выходит из строя, как, например, реки Пеленда, Печегда, Которосль, Коровка, Кадка, Ковать и другие.

По интенсивности воздействия на природные воды стоков с животноводческих ферм нет аналогов. Свинокомплекс «Залесье» приносит хлопот в деле защиты рек не меньше, чем город Рыбинск со всеми своими заводами и домами. Вот почему в Ярославской области нет ни крупной, ни малой реки, в которой вода была бы пригодна для потребления в пищу. Ненамного чище вода колодцев и родников.

Естественно, мириться с подобным загрязнением природных вод мы не можем, так как 85% всех болезней так или ина-

че связаны с грязной водой. Правительство много внимания уделяет решению этого вопроса. Особой статьей Конституции предусмотрено рациональное использование природных вод. В 1972 году вышли важнейшие постановления Совета Министров СССР «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов реки Волги и Урала неочищенными сточными водами», постановления Совмина РСФСР 1981 года о водоохраных полосах (зонах) малых рек.

С 1968 года в Ярославской области ведется интенсивное строительство водоохраных объектов, но работы в основном ведутся на крупных промышленных предприятиях, а те в большинстве своем расположены у Волги и Которосли. Очистка же сточных вод многочисленных маслозаводов, льнозаводов, крахмалопаточных производств, шерстемоечных и овчинно-шубных предприятий, а также машинно-тракторных станций совершенно не налажена. Это в основном небольшие предприятия, но вред, наносимый качеству природных вод, от них не мал, так как загрязнение сточными водами на единицу продукции этими предприятиями эквивалентно загрязнению населенными пунктами с числом жителей от 800 до 5000 человек.

В сточных водах этих предприятий обнаружено свыше 100 видов токсичных веществ. О том, что может сделать с рекой маслозавод, хорошо видно по реке Пеленге, что у города Данилова. Некогда шумная, веселая и чистая речка в настоящее время представляет медленно текущую среди замусоренных берегов, покрытую 5–8-сантиметровым слоем дурнопахнущей пены зловонную канаву. И это при существующих на сырзаводе очистных сооружениях!

И еще одна проблема. Более чем у трехсот рек и ручьев Ярославской области русла в зависимости от протяженности реки на 1–40 км «подперты» водами волжских водохранилищ. В подпертых участках русел формируется совершенно нехарактерный для реки гидрологический режим. Течения там наблюдаются в короткий период половодья, но и тогда поток во-

ды не в состоянии промыть русла от накопившейся за год грязи.

Как правило, обширные по площади, но мелкие, они хорошо прогреваются летом и являются идеальным местом обитания сине-зеленых водорослей. За короткое время дно подпертых участков перенасыщается продуктами органического распада, в которых интенсифицируются микробиологические процессы, приводящие к образованию углекислоты, метана и сероводорода, что приводит в конечном итоге к заморам.

Приведенные факты достаточно полно свидетельствуют о том, что качественное состояние водных масс малых рек Ярославской области внушает серьезное беспокойство. Дальнейшее бездействие в деле охраны природных вод может вывести всю речную сеть области из равновесного состояния и сделать воду непригодной как для обитания водных животных, так и водопотребления.

В основу стратегии рационального использования водных ресурсов следует положить защитную профилактику и прогноз последствий антропогенной деятельности. Защитная профилактика начинается с учета всего того, что грозит или может угрожать водным ресурсам. Первоочередной является отладка работы существующих очистных сооружений и строительство новых. Важным в деле сохранения речного стока считается его регулирование. Но одиночные плотины не столько улучшают дело, сколько его усугубляют, так как на реке быстро развиваются эрозионные процессы и, самое главное, процессы евтрофикации. Регулирование русел – это не только строительство плотин, но и расчистка русел с целью восстановления связи реки с подземными водами и увеличения водности.

Не на реке, а на речной системе необходима организация цепи водохранилищ и прудов кратковременного регулирования, создания вдоль рек водоохраных полос (зон), упорядочение мелиоративных работ, перевод землепользования с колесной тяжелой техники на гусеничную или легкую колесную, типа шасси; отказ от сплошной распашки больших массивов,

совершенствование мелкоконтурного земледелия; переход к проектированию целостных систем природопользования с заранее заданными целями регионального развития – экологических, социальных и экономических.

ЭКОСИСТЕМЫ МАЛЫХ РЕК

Каждая река – это сложная экологическая система, состоящая из взаимоподчиненных живых и неживых элементов и компонентов. Основу экосистемы составляют биоценозы. Река как экосистема на всем своем протяжении неоднородна. В различных условиях жизни формируются и различные жизненные сообщества.

Экосистемы водоемов принято характеризовать по вертикали – сверху вниз. Животные, растения и микроорганизмы, связанные с поверхностной пленкой натяжения воды, составляют сообщество, называемое нейстоном. Некоторые компоненты нейстона передвигаются по поверхностной пленке воды, другие – прикрепляются к ней с нижней стороны. В этом сообществе могут быть и временные обитатели: наземные насекомые, семена наземных растений, рыбы.

В толще воды живут микроорганизмы, водоросли, простейшие, коловратки, ракообразные, клопы, жуки, рыбы. Комплекс живых форм, не способных противостоять течению, объединяют в биоценоз, который называют планктон, а животные организмы, активно передвигающиеся в толще воды, образуют сообщество – нектон.

Среди микрофитопланктона первое место занимают диатомовые водоросли. Они представляют первичное звено в пищевой цепи организмов водоема, к типичным планктонным организмам относятся зеленые и сине-зеленые водоросли.

Компонентами зоопланктона являются инфузории, дафнии, циклопы и многие другие организмы. Планктон – копилка органического вещества.

Нектон – более или менее крупные с хорошо развитыми гребными конечностями или плавниками организмов. В реках к ним относятся жуки, клопы, рыбы.

Состав биоценозов дна в значительной степени зависит от характера грунта, слагающего дно и скорости природных течений. Поверхность камней, как правило, обрастает водорослями, губками и мшанками. К камням прикрепляются моллюски – ушковый прудовик и речная чашечка, личинки поденок, ручейники, личинки мелких кровососущих, улитковые пиявки.

В быстротекущих участках рек произрастают погруженные растения: рдест пронзеннолистный, манник наплывающий, лютик жестколистный, водяная сосенка. На каменистых грунтах обитает речной голяк, елец, голец, шиповка, пескарь, хариус, бычок-подкаменщик.

Песчаный субстрат рыхлый и сыпучий. Структура этого биоценоза имеет вертикальную расчлененность. Одни компоненты живут на поверхности песка, а другие закапываются в его глубины. Наиболее распространены двустворчатые моллюски, перловицы, беззубки, дрейссена, раковинные корненожки. Из рыб характерны подуст, налим, белоглазка, своеобразное животное из круглоротых – речная минога.

Участки реки с глинистым дном более бедны видами живых форм. Если глинистое дно зарастает нитчатыми водорослями, то среди них находят приют многочисленные организмы: простейшие, коловратки, черви, моллюски, личинки поденок, ручейников, комаров-звонцов. У обрывистых берегов нередки норы речного рака.

Фитореофильные сообщества наиболее разнообразны. Значение растений в водоемах ограничено. По месту обитания водные растения делятся на три основные группы: свободноплавающие, погруженные и прикрепленные, погруженные и прикрепленные с плавающими листьями. В зарослях растений создается комплекс особых условий. Самые характерные поселения зарослей рек – гидры, наидиды, пиявки, прудовики, ракообразные, паук-серебрянка, личинки стрекоз, различные виды рыб.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ И ОБСЛЕДОВАНИЮ МАЛЫХ РЕК ОБЛАСТИ

Простым по методике определения, но весьма объективным, является органолептический метод оценки качества воды. К органолептическим показателям относятся следующие: осадок, мутность, цветность, цвет (окраска) и запах воды.

Осадок характеризуется по величине: нет, незначительный, заметный, большой. При очень большом указывают толщину слоя в миллиметрах. По качеству различают осадок хлопьевидный, илистый, глинистый, песчаный и т.п. с указанием цвета – серый, бурый, черный и т.п. Осадок определяют через час после взбалтывания пробы. В период выпадения осадка качественно описывают осветление – незаметное, слабое, сильное, вода прозрачная.

Мутность воды зависит от тонкодисперсных примесей. Качественное определение приводится описательно: слабая опалесценция, опалесценция, сильная опалесценция, слабая муть, сильная муть. Питьевая вода не должна содержать видимых невооруженным глазом вредных организмов и не должна иметь на поверхности пленку.

Определение **прозрачности** производят в градуированном стакане или пробирке с плоским дном. Исследуемую воду хорошо взбалтывают, выливают в пробирку и сверху через столб воды на расстоянии 4 см рассматривают шрифт обычной книги, отливая и приливая столько воды, чтобы шрифт ясно прочитывался. Затем измеряют высоту водного столба. Если прозрачность менее 30 см, вода считается непригодной для пищи.

При загрязнении водоема стоками вода может приобрести **окраску**, несвойственную цветности природных вод. Питьевая вода не должна иметь окраски.

Запах воды определяют при температуре 20 и 60°C. 100 мл исследуемой воды наливают в пробирку, накрывают стеклом и подогревают на спиртовке до нужной температуры и быстро определяют интенсивность и характер запаха. Различают запахи естественного и искусственного происхождения.

Таблица 5

Запахи естественного происхождения

Характер запахов	Примерный ряд запахов
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый, тинистый
Гнилостный	Фекальный, сточной воды
Древесный	Мокрой щепы, древесной коры
Землистый	Прельный, свежевспаханной земли, глинистый
Плесневый	Затхлый, застойный
Рыбный	Рыбы, рыбьего жира
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Скошенной травы, сена
Неопределенный	Запахи, не подходящие под предыдущие определения

Таблица 6

Запахи искусственного происхождения

Балл	Интенсивность	Качественная характеристика
0	Никакого	Отсутствие запаха
1	Очень слабый	Запах, не поддающийся обнаружению потребителем, но определяемый в лаборатории
2	Слабый	Запах, привлекающий потребителя, если на него обратить внимание
3	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый
4	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду непригодной для питья
5	Очень сильный	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

Примечание: питьевой считается вода с запахом не более 2 баллов.

Запахи этой группы называют по соответствующим веществам: хлорофильный, камфорный, бензиновый и т.п.

Интенсивность запаха один человек долго определять не может, поэтому нужно несколько исследователей. Исследуемая вода разбавляется до тех пор, пока запах перестает обнаруживаться. Интенсивность запаха рассчитывается по формуле:

$$И = 200/p,$$

где 200 мл – объем исследуемой воды; p – объем дистиллированной воды, израсходованной на разбавление.

Вкус и привкус. Различают пять видов вкуса: соленый, горький, сладкий, кислый и безвкусный. Остальные вкусовые ощущения называют привкусом: хлорный, рыбный, металлический, ржавый, чернильный, огуречный. При исследовании воду нагревают до 20°C, набирают в рот ложку воды, держат несколько секунд и определяют характер вкуса, не проглатывая.

Таблица 7

Показатель загрязнения водоема по внешнему виду

Балл	Внешний вид загрязнения
1	Отсутствие пленок и пятен
2	Отдельные пятна и серые пленки на поверхности воды. Пятна и ирризирующие пленки нефти на поверхности воды
3	Отдельные примазки нефти на прибрежной растительности
4	Нефть в виде пятен и пленок покрывает большую часть водоема. Берега и прибрежная растительность в нефти. Купаться невозможно
5	Поверхность водоема покрыта нефтью, видимой и во время волнения

Таблица 8

Оценка качества природных вод по органолептическим показателям

Степень загрязнения	Запах, балл	Внешний вид, балл	Вкус и привкус
Очень чистые	0	0	Безвкусная
Чистые	1	1	Безвкусная
Умеренно загрязненные	2	2	Слабый привкус
Загрязненные	3	3	Сильный привкус
Грязные	4	4	Ясно ощущаемый вкус
Очень грязные	5	5	Резкий вкус

**СПИСОК НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫХ
В ЭКОНОМИЧЕСКОМ ОТНОШЕНИИ МАЛЫХ РЕК**

Река	Место впадения	Длина реки, км	Площадь речного бассейна, км ²	Средний расход, м ³ /с	Число всех рек	Длина всех рек, км
Нерль (Волжская)	Угличское водохранилище	112	3720	21.26	343	1490
Кубрь	Нерль Волжская	91	1010	6.96	54	489
Сабля	Нерль Волжская	78	871	5.80	83	402
Сольба	Сабля	50	294	1.94	13	105
Вьюлка	Нерль Волжская	47	357	2.23	17	121
Трубеш	Плещеево озеро	36	245	1.60	30	140
Лама	Рыбинское водохранилище	57	215	1.30	27	140
Сить	Рыбинское водохранилище	159	1900	13.17	250	2253
Болотея	Сить	50	441	3.06	32	170
Верекса	Сить	54	219	1.52	26	72
Себла	Рыбинское водохранилище	60	312	2.03	46	208
Ильд	Рыбинское водохранилище	46	240	1.59	44	165
Сутка	Рыбинское водохранилище	81	609	4.08	36	285
Корожечна	Угличское водохранилище	147	1690	12.67	354	1200
Кромница	Корожечна	27	96	0.72	11	52

Река	Место впадения	Длина реки, км	Площадь речного бассейна, км ²	Средний расход, м ³ /с	Число всех рек	Длина всех рек, км
Малява	Корожечна	31	125	0.94	16	32
Кадка	Корожечна	57	495	3.71	59	287
Юхоть	Угличское водохранилище	75	1700	11.09	57	456
Молокша	Юхоть	42	173	1.22	37	118
Улейма	Юхоть	83	738	4.54	14	222
Маткома	Рыбинское водохранилище	48	324	2.92	47	202
Чеснава	Рыбинское водохранилище	37	256	1.87	21	117
Керома	Рыбинское водохранилище	29	81	0.71	17	66
Согожа	Рыбинское водохранилище	129	2900	23.00	502	2253
Сегжа	Согожа	47	402	3.30	46	172
Носа	Согожа	38	153	1.30	28	74
Репа	Согожа	47	423	3.53	16	170
Ухтома	Согожа	92	994	8.15	76	344
Шельша	Согожа	37	102	0.84	22	104
Сога	Согожа	64	579	4.25	43	179
Кештома	Рыбинское водохранилище	48	201	1.07	28	121

Река	Место впадения	Длина реки, км	Площадь речного бассейна, км ²	Средний расход, м ³ /с	Число всех рек	Длина всех рек, км
Ухра	Рыбинское водохранилище	130	1590	15.60	242	925
Черемуха	Горьковское водохранилище	73	661	4.70	41	208
Урдома	Горьковское водохранилище	37	357	2.72	39	182
Печегда	Горьковское водохранилище	46	328	2.50	18	89
Ить	Горьковское водохранилище	68	718	4.77	18	263
Которосль	Горьковское водохранилище	132	6370	40.13	784	3171
Лахость	Которосль	91	922	5.81	49	410
Устье	Которосль	153.6	2530	15.94	158	1098
Пахма	Которосль	55	600	3.90	61	333
Ильма	Устье	32	300	1.81	25	161
Лига	Устье	32	198	1.19	37	112
Мокза	Устье	84	795	5.88	80	503
Сара	Озеро Неро	89	791	5.93	52	348
Туношонка	Горьковское водохранилище	51	448	2.67	44	236
Солоница	Горьковское водохранилище	138	1470	8.82	142	694

Река	Место впадения	Длина реки, км	Площадь речного бассейна, км ²	Средний расход, м ³ /с	Число всех рек	Длина всех рек, км
Нерехта	Солоница	38	306	1.87	20	132
Колокша	Горьковское водохранилище	37	180	1.37	17	84
Вопша	Горьковское водохранилище	45	446	3.84	18	142
Касть	Горьковское водохранилище	79	420	3.23	53	262
Соть	Горьковское водохранилище	144	1460	11.24	172	792
Лунка	Соть	49	348	2.68	28	149
Конша	Соть	45	178	1.37	29	141
Обнора	Горьковское водохранилище	132	2440	19.50	389	1562
Куза	Обнора	40	253	2.02	39	162
Уча	Обнора	87	362	2.89	44	248
Шарна	Обнора	35	300	2.40	21	236
Руша	Обнора	34	10.5	0.84	31	106
Лукинка	Кострома	31	159	1.37	18	110

ЛИТЕРАТУРА

Водные ресурсы Нечерноземной зоны РСФСР // Л.: Гидрометеоздат, 1986, ред. А.А.Соколов.

Крайнер Н.П. О режиме рек Ярославской области // Уч. зап. Ярославского пединститута, вып.33, 1958.

Крайнер Н.П., Студенов Н.С. Реки и озера // Природа и хозяйство Ярославской области. Ч.1. Природа, 1959.

Никитина Е.Ф., Колпакова А.Ф., Голубева Т.В. Жизнь малых рек. Ярославль, 1987.

Рохмистров В.Л., Разгулин С.М. Гидрохимический режим малых рек Ярославского Поволжья // Вопросы геоморфологии и гидрологии северной половины Русской равнины. Ярославль, 1974.

Рохмистров В.Л. Малые реки Ярославского Нечерноземья и пути их рационального использования. Ярославль, 1989.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	6
Классификация малых рек	7
Морфология малых рек	10
Истоки рек	15
Сезонный режим рек	15
Водные ресурсы	18
Сток рек и его расчет	21
Химизм воды малых рек	33
Проблемы загрязнения малых рек	37
Экосистемы малых рек	43
Рекомендации по изучению и обследованию малых рек области	45
Список наиболее важных в экономическом отношении малых рек	48
Литература	52

Верхневолжскому отделению Российской экологической академии 10 лет

- Верхневолжское отделение Российской экологической академии (ВВО РЭА) создано *12 апреля 1995 года* по инициативе первого Президента Российской экологической академии академика РАН Александра Леонидовича Яншина и Губернатора Ярославской области Анатолия Ивановича Лисицына.
- В настоящее время в состав ВВО РЭА входят 67 членов, в том числе 5 почётных членов ВВО РЭА, 26 докторов наук – действительных членов ВВО РЭА, 18 кандидатов наук – членов-корреспондентов ВВО РЭА и 17 экологических советников ВВО РЭА.
- Председатель Верхневолжского отделения Российской экологической академии (с 12 апреля 1995 года по настоящее время) – доктор биологических наук, профессор, Заслуженный деятель науки России, академик РЭА, член Президиума Российской экологической академии Владимир Иванович Лукьяненко.
- С 1995 года по 2004 год члены ВВО РЭА провели исследования по 17 научным проектам, заказчиками которых были Администрация и Правительство Ярославской области, мэрия г. Ярославля, мэрия г. Углича, Государственный комитет по рыболовству Российской Федерации (г. Москва), СибрыбНИИпроект (г. Тюмень), Росгипролес (г. Москва).
- С 1995 по 2000 год члены ВВО РЭА организовали и провели 8 комплексных научных экспедиций на арендованных экспедиционных судах по оценке экологического состояния Верхневолжских водохранилищ на территории Ярославской области. С 1999 по 2004 год ведется мониторинговое обследование современного состояния качества воды реки Которосль как источника питьевого водоснабжения населения Ярославской области (выполнено 30 экспедиций).

- С 1995 года по 2004 год члены ВВО РЭА организовали и провели 9 конференций, 3 симпозиума и 3 круглых стола, в том числе «IX Всероссийскую конференцию по экологической физиологии и биохимии рыб», Всероссийскую конференцию «Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояния природных вод», XI Всероссийскую конференцию молодых ученых «Проблемы экологии и биоразнообразия водных и прибрежно-водных экосистем»;
Международный симпозиум «Десятилетие аварии на Чернобыльской АЭС и проблема безопасности ядерной энергетики», симпозиум «Экологические аспекты регламентирования антропогенного загрязнения водоемов России (региональные ПДК)»;
региональные конференции: «Актуальные проблемы экологии Ярославской области», «Эколого-зависимые заболевания», «Питьевая вода Ярославской области»;
круглые столы: «Экологизация экономики города Ярославля и Ярославской области как стимул развития региона в XXI века», «Современное состояние и перспективы использования нетрадиционных (возобновляемых) источников энергии» и «Проблемы Мологского края и пути их решения».
- С 1995 по 2004 год издано 16 книг: материалы, тезисы конференций и симпозиумов, монографии.
- Члены ВВО РЭА сделали более 70 докладов на всех указанных конференциях, симпозиумах и круглых столах, а также на Всероссийской конференции «Научные аспекты экологических проблем России» (Москва, 2001).
- Председатель ВВО РЭА – академик РЭА Лукьяненко В.И. принимает активное участие в работе Президиума Российской экологической академии, а также выступает с проблемными докладами на Всероссийских и Международных конференциях и симпозиумах (США, Италия, Англия, Дания).
- Президиум ВВО РЭА работает в тесном контакте с Администрацией Ярославской области, природоохранными комитетами Государственной думы Федерального собрания Российской Федерации, Президиумом ВВО РАЕН, вузами и институтами Ярославской области и других областей Верхневолжского и Центрального регионов.

Владилен Леонидович Рохмистров
Малые реки Ярославского Поволжья

Формат 60X84¹/₁₆. Бумага белая. Печать ризографическая.
Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 2,0. Тираж 300 экз.