

Лекция 16

ОБУСТРОЙСТВО ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

1. Водные объекты и их использование.
2. Реки и речные бассейны как объекты природообустройства.
3. Речной сток и его изменение под влиянием хозяйственной деятельности.
4. Регулирование речного стока водохранилищами.

Вопрос 1

Все воды (водные объекты) составляют государственный водный фонд Республики Беларусь. К водному фонду относятся: а) поверхностные воды (водные объекты) – реки, ручьи, родники, озера, пруды, водохранилища, каналы и т.д.; б) подземные воды. Все воды (водные объекты), находящиеся на территории Республики Беларусь, составляют исключительную государственную собственность Республики Беларусь. Особенности географического положения Беларуси обусловили формирование развитой гидрографической сети, включающей реки, озера, каналы, водохранилища и пруды. Всего на территории Беларуси протекает 20 800 рек и ручьев общей протяженностью 90 600 км, в которых сосредоточено около 9 куб. км воды. Наиболее обеспечены водными ресурсами Витебская и Гродненская области, наименее – Гомельская и Брестская. По территории Беларуси проходит Балтийско-Черноморский водораздел, который делит страну на 2 части. Большая ее часть (57%) относится к бассейну Черного моря, а 43% – к бассейну Балтийского моря. К бассейну Черного моря относятся бассейны Днепра (самый крупный в стране) и Припяти (2 место по площади). К бассейну Балтийского моря относятся бассейны 5 крупных рек: Немана, Западной Двины, Западного Буга, Вилии и Ловати.

Всего в Беларуси протекает 10 больших рек (более 500 км): Днепр, Березина, Припять, Сож, Западная Двина, Неман, Западный Буг, Ловать, Горынь, Вилия. В пределах страны длина перечисленных рек существенно меньше.

Еще 41 река в Беларуси относится к категории средних (100-500 км), при этом реки Нарев, Стырь, Ипуть, Птичь и Щара имеют длину более 300 км.

К категории малых рек относятся 1452 реки длиной от 10 до 100 км.

19300 водотоков длиной до 10 км относятся к категории ручьев и суммарно составляют 93% от общего количества рек.

Из водотоков преобладают малые реки и ручьи (около 90%). Их рассредоточенность по территории делает водные ресурсы доступными для повсеместного использования. Однако речной сток в основном формируют большие и средние реки, вдоль которых сконцентрированы крупные населенные пункты и основные объекты промышленности. Количество водоемов в большей степени (около 90%) обусловлено их естественным происхождением (озера).

На территории страны создано 85 водохранилищ с площадью поверхности воды от 100 гектаров. Водоохранилища наливного типа сосредоточены в основном в южной части республики, а озерного типа – в северной. Насчитывается более 1500 прудов, которые используются преимущественно для рыбозахвата, а также в рекреационных целях.

Помимо водоемов и водотоков на территории страны также повсеместно распространены еще один вид естественных водных объектов – родники.

Важным гидрографическим показателем является густота речной сети, показывающая длину водотоков на единицу площади. Средний показатель густоты речной сети в Беларуси составляет 0,44 км/км кв. (для сравнения средняя густота речной сети в России составляет 0,3 км/км кв.). Он существенно различается в разных регионах страны от 0,52 км/км кв. на северо-западе Беларуси до 0,26 км/км кв. на юго-востоке.

Рельеф Беларуси обусловил равнинный характер рек страны. Средние уклоны малых рек могут достигать 2-3 м/км, у средних рек они уменьшаются до 0,5-0,8 м/км, а у круп-

ных – 0,1-0,2 м/км. Соответственно меняется и средняя скорость течения рек: 0,8-1,5 м/сек, 0,5-0,7 м/сек, 0,1-0,2 м/сек. Вся водная масса рек и ручьев формирует речной сток, общий объем которого в Беларуси составляет 57,7 км³. Частично он формируется за счет атмосферных осадков (36,4 км³), частично приносится реками из-за пределов страны. Доля транзитного стока составляет 21,3 км³. Речной сток, вызванный атмосферными осадками в свою очередь делится на поверхностный (23,4 км³) и подземный (13 км³).

Вопрос 2

Бассейн Днепра занимает площадь 63,7 тыс. км² (без Припяти), что составляет более 30% территории Беларуси. Исток Днепра на Валдайской возвышенности в России, устье – Днепровский лиман Черного моря. Общая длина реки 2145 км, в Беларуси – 700 км. Самые крупные правые притоки Днепра Дзержинский и Березина, левый Сож. Средняя густота речной сети 0,39 км/км². В местах близкого залегания девонских отложений в долине Днепра образовались Кобеляцкие и Стрешинские пороги. Среднегодовой сток рек бассейна от 7 л/с с 1 км² (истоки Березины) до 3 л/с с 1 км² на границе с Украиной.

Бассейн Припяти занимает площадь 50,9 тыс. км² (25% территории страны). Исток реки находится в Волынской области, а впадает Припять в Днепр в районе Киевского водохранилища. Общая длина реки 761 км, из них в Беларуси 495 км. У Припяти более 800 притоков, крупнейшие из которых: Стырь, Горынь, Ствига, Уборть, Словечна (правые), Пина, Ясельда, Случь, Птичь (левые). Средняя густота речной сети составляет 0,4 км/км². Среднегодовой сток рек от 6 л/с с 1 км² на севере бассейна (истоки Птичи) до 3 л/с с 1 км² – на широтном участке Припяти.

Бассейн Немана занимает площадь 34,6 тыс. км² (17% территории Беларуси). Исток реки Неманец находится в Беларуси рядом с д. Верх-Нёман Узденского района на высоте около 180 м, а впадает Неман в Куршский залив Балтийского моря. Общая длина реки 937 км, из них в Беларуси – 436 км. Крупнейшие правые притоки Немана в Беларуси: Западная Березина, Дитва, Котра, а левые – Щара, Зельвянка. Средняя густота речной сети 0,47 км/км². Среднегодовой сток рек бассейна 5-6 л/с с 1 км².

Бассейн Западной Двины занимает площадь 33,2 тыс. км² (16% территории Беларуси). Западная Двина берет начало из озера Каракино в России и впадает в Рижский залив Балтийского моря. Общая длина реки 1020 км, в пределах Беларуси – 338 км. Крупнейшие правые притоки: Усвяча, Оболь, Полота, Дрыса, левые – Каспля, Лучеса, Улла, Ушача, Дисна. Средняя густота речной сети 0,45 км/км². Среднегодовой сток рек бассейна большой – 6-8,5 л/с с 1 км².

Бассейн Западного Буга занимает площадь 10,0 тыс. км² на юго-западе страны (5% территории Беларуси). Исток реки на Подольской возвышенности в Украине, а устье в Загжинском водохранилище в Польше. На протяжении 169 км Буг является пограничной рекой с Польшей. Общая длина реки 772 км. Правые притоки: Мухавец и Лесная. Среднегодовой сток рек не превышает 4 л/с с 1 км².

Бассейн Вилюи занимает площадь 11 тыс. км² (5% территории страны). Вилюя является притоком Немана, однако впадает в него на территории Литвы. Исток реки находится около д. Великое Поле Докшицкого рай она, а пересекает границу с Литвой Вилюя в Островецком районе. Общая длина реки 498 км, из них в Беларуси 276 км. Правые притоки Вилюи: Сервечь, Нарочь, Страча, левые Илия, Уша, Ошмянка. Среднегодовой сток рек 6-8 л/с с 1 км².

Бассейн Ловати занимает наименьшую площадь 382 км², что составляет 0,2% территории Беларуси. Исток река берет из озера Завесно в Городокском районе и впадает в озеро Ильмень в России. Озеро Ильмень относится к бассейну Балтийского моря и связано с ним через реки Волхов и Нева. Общая длина реки 536 км, а в Беларуси только 47 км. Среднегодовой сток рек превышает 8 л/с с 1 км².

Бассейн Березины занимает площадь 24,5 тыс. км² и является частью бассейна Днепра. Исток Березины юго-западнее г. Докшицы, а устье на Днестре севернее Речицы. Об-

щая длина реки 561 км (2-е место по длине в Беларуси). Это самая крупная река, размещенная полностью от истока до устья в Беларуси. Правые притоки: Гай на, Плисса, Свислочь, левые – Бобр, Клява, Ольса. Густота речной сети 0,35 км/км². Речная система включает 425 рек общей длиной 8490 км. Среднегодовой сток рек от 7 л/с с 1 км².

Каналы

Днепровско-Бугский (Королевский) самый крупный канал на территории Беларуси длиной 196 км. Соединяет р. Пина (приток Припяти) и р. Мухавец (приток Западного Буга). Строительство канала и гидротехнических сооружений проводилось в 1775-1843 гг. Впоследствии неоднократно на канале проводились реконструкции. Канал используется в транспортных целях и в настоящее время.

Березинская водная система имеет общую протяженность 166 км. Она проходит через озера Плавно, Берещ, Лепельское. Соединяет реки Березина (Днепр) и Улла (Западная Двина). Строительство водной системы проводилось в 1798-1812 г.

Огинский канал (Днепровско-Неманский водный путь) длиной 54 км строился по инициативе Слонимского магната Михала Огинского для использования в транспортных целях и лесосплава. Соединяет р. Щара (приток Немана) и р. Ясельда (приток Припяти). Строительство осуществлялось в 1767-1783 гг. Проходит через озеро Выганоцанское. Сейчас используется как водоприемник мелиоративных каналов.

Августовский канал общей длиной 102 км (22 км в Беларуси), также имел транспортное значение. Соединяет р. Неман и р. Черная Ганьча (приток Бебжи и далее Вислы). Построен канал в 1824-1839 гг., а в 2004-2006 гг. проведена реконструкция белорусской части канала. В настоящее время используется в рекреационных целях.

Природная гидрографическая сеть Беларуси дополняется каналами, которые сооружались в транспортных целях и соединяли водные артерии Балтийского и Черного морей.

Вилейско-Минская водная система построена в 1968-1976 гг. Очень сложное гидротехническое сооружение протяженностью 62 км. Соединяет р. Вилия (приток Немана) и р. Свислочь (приток Березины и Днепра). Водная система включает крупнейшие в стране водохранилища (Вилейское и Заславское), 5 насосных станций, осуществляющих подъем воды на 75 м. Водная система служит для водообеспечения г. Минска.

Микашевичский канал длиной 7 км построен в 1974-1980 гг. для вывоза щебня с Микашевичского карьера. Соединяет р. Припять и ПО “Гранит” (Микошевичи) и Водохранилища и пруды.

Вопрос 3

Вырубка и восстановление леса. Вырубка лесов была исторически первым крупным проявлением деятельности человека, оказавшим влияние на сток рек. Вопрос о гидрологической роли леса и последствиях вырубки леса остро обсуждается среди гидрологов очень давно, причем высказываются прямо противоположные взгляды. Причина противоречивых суждений о гидрологической роли леса и влияния на сток его вырубки состоит в том, что эта роль неоднозначна и зависит от возраста и состава леса, от глубины залегания грунтовых вод, а также величины речного бассейна.

Главная причина возможного изменения годового стока рек заключается в изменении суммарного испарения в результате вырубки или восстановления леса. Испарение же зависит от характера подстилающей поверхности, в частности от потребления воды лесом, которое различается у лесов разного возраста и состава.

В первое десятилетие после вырубки леса испарение резко снижается (на 20–35 %), так как надпочвенная растительность, оставшаяся после вырубки спелого елового леса, не требует большого количества влаги. Снижение испарения может привести к переувлажнению почвы, повышению уровня грунтовых вод. В это время сток с лесосеки возрастает и превышает норму в 1,4 – 1,9 раза. Особенно существенно возрастает поверхностный сток. Это, в свою очередь, приводит к усилению эрозии и увеличению стока наносов (это явление отмечено в период массового сведения лесов как в Европе, так и в Азии).

В последующие годы по мере естественного восстановления древостоя (в первую очередь начинают вырастать лиственные деревья) испарение быстро увеличивается, а сток уменьшается и к началу третьего десятилетия после вырубki достигает нормы, характерной для взрослого леса до вырубki. В четвертом – седьмом десятилетиях после вырубki вырастает густой лиственный лес. Общее количество зеленой массы достигает максимума, потребление воды лесом также становится наибольшим. В этот период сток сокращается. В последующем происходит постепенная замена лиственного леса хвойным, которая сопровождается сокращением потребления воды лесом. Потери на испарение уменьшаются, а сток увеличивается, и через 110 – 130 лет после вырубki становится таким же, как и до нее.

Таким образом, в первые годы после вырубki сток увеличивается, затем уменьшается и лишь после полного восстановления видового состава леса возвращается к норме. При этом наиболее сильные изменения претерпевает поверхностная составляющая стока.

Когда на лесосеке проводят искусственную посадку хвойного леса, восстановление и леса и стока происходит на 25–50 лет быстрее. Если же на месте лесосеки создают сельскохозяйственные угодья, то изменение величины стока будет зависеть от вида сельскохозяйственных культур и от того, больше или меньше воды потребляют они по сравнению с водопотреблением леса. Во многих случаях годовой сток с сельхозугодий приблизительно такой же, как и с леса.

Поскольку на больших речных бассейнах лес не бывает однородным по составу и возрасту (вследствие, например, разновременности вырубok), суммарное влияние леса на годовой сток на больших площадях нивелируется.

В этом проявляется водоохранная и регулирующая роль леса. Восстановление лесов увеличивает ресурсы пресных подземных вод и подземное питание рек.

Осушение болот и заболоченных земель. К настоящему времени считается доказанным, что болота благодаря особым водно-физическим свойствам торфа активно поглощают воду, сильно ее испаряют и плохо отдают рекам. Поэтому сток рек с заболоченных водосборов, как правило, меньше, чем сток рек с рядом расположенных незаболоченных водосборов. Непосредственным последствием осушения болот становится увеличение стока в результате уменьшения испарения, а также понижения уровня грунтовых вод и сработки вековых запасов вод в болотах. В последующем величина стока будет зависеть от вида сельскохозяйственных культур, произрастающих на месте осушенных болот. Общая водоносность рек в результате осушения болот изменяется мало, так как испарение с сельхозугодий близко по величине к испарению с болот. Внутригодовое распределение стока после осушения болот становится более равномерным, так как возрастает меженный сток вследствие снижения испарения. Влияние осушения болот на сток возрастает с уменьшением величины водосбора и увеличением засушливости климата. В южных районах осушение болот и заболоченных территорий может существенно уменьшить потери на испарение и увеличить сток. Так, значительно сократились величины испарения при осушении плавней в низовьях и дельтах Волги, Кубани, Амурарьи.

Агротехнические мероприятия. К агротехническим и агроулучшающим мероприятиям относятся зяблевая вспашка, распашка целинных и залежных земель, создание полезащитных лесных полос, мероприятия по снегозадержанию и т.д. Цель этих мероприятий – повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В зоне недостаточного увлажнения это достигается, в частности, задержкой влаги на полях, уменьшением склонового стока, увеличением доли воды, идущей на продуктивное испарение.

Гидрологические последствия таких мероприятий зависят от площади водосбора. На малых водосборах благодаря улучшению в результате распашки инфильтрационных свойств почв и задержанию воды на полях существенно сокращается поверхностный сток. Уменьшается и величина годового стока, причем степень этого уменьшения растет с севера на юг, достигая 5–10 в лесостепной, 20–50 % в степной зоне. С увеличением размеров речного бассейна влияние агротехнических мероприятий на сток быстро падает. Объясня-

ется это тем, что на больших бассейнах менее заметное влияние на сток оказывает перераспределение поверхностного и подземного стока. Влага, удержанная на полях и перешедшая в подземный сток, возвращается в русла больших рек в виде увеличивающегося подземного питания.

Суммарное влияние агротехнических мероприятий на больших территориях проявляется в сокращении стока половодья, некотором увеличении меженного стока и, как правило, небольшом уменьшении годового стока. Последнее – следствие не столько самих агротехнических мероприятий, сколько более продуктивного использования вод на сельскохозяйственных угодьях.

Урбанизация. Непосредственное влияние городских территорий на сток (без учета водопотребления на промышленные и коммунальные нужды) связано с изменением составляющих водного баланса. Над крупным городом благодаря увеличению запыленности атмосферы и повышенной «шероховатости» подстилающей поверхности атмосферные осадки возрастают приблизительно на 10 % по сравнению с осадками в естественных условиях. Радикальное изменение характера поверхности (увеличение площадей крыш и территорий, покрытых асфальтом) приводит к резкому сокращению инфильтрации, ускорению стекания талых и дождевых вод. В результате величина стока с городских территорий возрастает на 10–15%, причем особенно заметно увеличиваются поверхностная составляющая стока и в 2–3 раза – максимальные величины паводочного стока. Подземная составляющая стока заметно уменьшается. Несмотря на такие большие изменения стока в пределах городских территорий, суммарное влияние урбанизации на сток рек невелико, что объясняется небольшой долей городских территорий в общей площади бассейна реки (не более 1–2 %). Значительно существеннее отрицательное влияние урбанизации на качество речных вод. Во многих городах мира ухудшение качества воды протекающих здесь рек превращается в серьезную проблему.

Вопрос 4

Для решения водохозяйственных задач на территории Беларуси созданы искусственные водные объекты: водохранилища и пруды.

К водохранилищам относятся водные объекты с объемом воды более 1 млн м³ и площадью более 100 га, а к прудам менее 1 млн м³ и менее 100 га.

На территории Беларуси более 150 водохранилищ, с общей площадью водного зеркала 834 км кв., а также более 1500 прудов, общей площадью около 300 км². Водоохранилища распространены неравномерно. Наибольшее их количество в бассейнах Припяти и Днепра, где мало крупных природных озер. По типу образования водохранилища делятся на русловые, озёрные и наливные. Наиболее распространенными в Беларуси являются русловые водохранилища (52%), на долю озёрных приходится 35% (преимущественно в Витебской области) и наливных 13% (в основном в Брестской области). Назначение водохранилищ связано с их использованием на:

- водообеспечение;
- благоустройство территории;
- орошение;
- рыборазведение;
- рекреация.

Речное судоходство

Общая протяженность водных путей Беларуси, пригодных для судоходства, составляет около 2135 км. Однако доля водного транспорта в общем объеме грузооборота страны составляет менее 1%, в то время как в странах ЕС водный транспорт занимает от 10 до 40%. Более того, согласно Указу от 28 февраля 2008 г. № 133 “О присоединении Республики Беларусь к Европейскому соглашению о важнейших внутренних водных путях международного значения”, Беларусь должна поддерживать возможность прохождения судов с осадкой 2,5 м в течение 60 процентов периода навигации по международному маршруту

Е-40, соединяющим Черное и Балтийское моря, что на данный момент не выполняется. Восстановление данного воднотранспортного сообщения повышает транзитную привлекательность этого маршрута, соединяя Беларусь, Украину и Польшу. Маршрут может стать одним из главных торговых и туристических путей в Европе (длиной более 2000 км).

Гидроэнергетика

Двина. Расчетный гидроэнергетический потенциал составляет суммарно 294,3 МВт, в том числе для бассейна Днепра – 124,1 МВт, Западной Двины – 71,1 МВт, Немана – 53,6 МВт, Припяти – 41,1 МВт, Западного Буга – 4,4 МВт. Однако так как 90% водного стока составляют малые реки, то перспективным направлением стало развитие малой гидроэнергетики.

Беларусь является новатором в строительстве малых ГЭС. Например, только в Минске работает каскад из 5 малых ГЭС, работающих в автоматическом режиме. Отдельно стоит отметить, что в 2017 году была построена первая частная мини-ГЭС. Она разместилась на реке Исса на месте недействующего гидротехнического сооружения, ранее принадлежавшего Слонимскому картонно-бумажному заводу «Альбертин». Мощность этой ГЭС составляет 200 кВт. На строительство потрачено чуть более 415 тыс. долларов. Сейчас мини-ГЭС обеспечивает электроэнергией 25 домов в микрорайоне Альбертин г. Слоним. Опыт работы подобных установок в соседних странах показывает, что такие проекты окупаются за 5-6 лет, а их ресурс 40-50 лет.

Еще одним перспективным направлением является использование подземного тепла глубоких водоносных источников с помощью современных теплонаносных установок. Как показывает практика стран ЕС, использование вод с температурой 7-10 °С достаточно для отопления маломощных потребителей (например, таких как частный сектор). На данный момент суммарная мощность таких геотермальных установок превышает 4 МВт. На данный момент в республике есть несколько точек земной поверхности, приближенных к подземным источникам горячей воды (в Брестской и Гомельской области).

Поверхностные водные объекты используются для рекреации, спорта и туризма. Подобные объекты указываются в Водном кадастре и определяются решениями местных исполнительных и распорядительных органов. В настоящее время наиболее перспективным направлением является лечебное и оздоровительное. Незначительно используется потенциал акваторий рек. Приоритет отдается озерам, вокруг которых не сложилась развитая инфраструктура для отдыха. На данный момент в индустрию вовлечено чуть более 50 озер. Однако, учитывая, что в стране 1,5 тысячи озер, рекреационный потенциал огромен. Также перспективным направлением является рыболовство, в том числе спортивное.

Вопрос 2

Вопрос 3

Вопрос 4