

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ. ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

краткий курс лекций

для студентов III курса

Направление подготовки
20.03.02 Природообустройство и водопользование

Профиль подготовки
Комплексное использование и охрана водных ресурсов

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Саратов 2016

УДК 502.65(075.8)
ББК 26.22я73

А 94

Рецензенты:

Профессор кафедры «Мелиорация, рекультивация и охрана земель», доктор
технических наук ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ»
А.В. Кравчук

Восстановление водных объектов. Очистка природных и сточных вод:
А94 краткий курс лекций для студентов 3 курса направления подготовки 20.03.02
«Природообустройство и водопользование» / Сост.: В.В. Афонин // ФГБОУ
ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2016. – 70 с.

Краткий курс лекций по дисциплине «Восстановление водных объектов. Очистка природных и сточных вод» составлен в соответствии с рабочей программой дисциплины и предназначен для студентов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование». Краткий курс лекций содержит сведения о восстановлении водных объектов, его принципах, средствах и методах проведения восстановительных работ, проблемах современного состояния водных объектов, методах и средствах регулирования, очистки природных и сточных вод.

УДК 502.65(075.8)
ББК 26.22я73

© Афонин В.В., 2016
© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2016

Введение

Вопросы рационального использования водных ресурсов, водообеспечения территорий и охраны вод в настоящее время приобретают характер серьезной глобальной проблемы России. Воды являются возобновляемым, ограниченным и уязвимым природным ресурсом, а управление их использованием и охраной относится к числу важнейших государственных задач. Водный фонд Российской Федерации, а также водохозяйственный комплекс, представленный совокупностью водохозяйственных систем и сооружений, относятся к числу основных элементов национальной экономической системы России. Эффективное государственное управление использованием и охраной водных ресурсов и водохозяйственным комплексом, устойчивое водопользование является необходимым условием экономического роста, обеспечения национальной безопасности в водно-ресурсной сфере, улучшения условий жизни населения. В период реформирования экономики и социальной сферы Россия нуждается в системе государственного управления, обеспечивающей устойчивое водопользование и функционирование водохозяйственного комплекса, согласование потребностей экономики и населения в воде с возможностями природных экологических систем.

В сфере государственного управления находятся вопросы обеспечения безопасной эксплуатации и повышение технического уровня водохозяйственных систем и сооружений, гарантированного обеспечения экономики и населения в воде нормативного качества, защиты объектов экономики и населения от наводнений и иных вредных воздействий вод.

Сложность и многогранность проблем в области использования и охраны водного фонда обуславливают необходимость системного подхода и применения новейших достижений науки в области проектирования, строительства и эксплуатации водохозяйственных систем.

Краткий курс лекций по дисциплине «Восстановление водных объектов. Очистка природных и сточных вод» предназначен для студентов по направлению подготовки 280100.62 «Природообустройство и водопользование».

Основной целью дисциплины является изучение всех компонентов водохозяйственных систем, методах их проектирования и эксплуатации, принципов водопользования на основе исторического и экологического осмысления профессиональной деятельности.

Курс лекций включает основные разделы: «Водное законодательство и нормативно-правовая база осуществления восстановительных работ»; «Инженерные, химические и биологические способы восстановления водных объектов»; «Системы и сооружения очистки природных и сточных вод».

Основной целью курса является формирование у студентов теоретических знаний и способности применения практических навыков в области проектирования восстановительных работ на водных объектах и очистке стоков в последующей профессиональной деятельности.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Выправление рек, совокупность мероприятий по упорядочению русел рек в целях рационального их использования в интересах народного хозяйства. Р. р. обеспечивает: создание благоприятных условий судоходства и лесосплава; поддержание необходимого уровня воды в реке у водозаборов; защиту населенных пунктов и земельных угодий от затопления при половодьях и паводках; уменьшение движения речных наносов; плавное направление водного потока к отверстиям гидротехнических сооружений. Задачи Р. р. наиболее успешно решаются совместным применением двух способов: регулируанием стока реки путём создания водохранилищ, аккумулирующих сток, и регулированием эрозионной (разрушительной) деятельности воды в речном русле при помощи регуляционных сооружений.

Регулирование речного русла — искусственное закрепление или изменение конфигурации русла, а также направления руслообразовательных процессов, интенсивность которых зависит главным образом от расходов и уклонов реки, характера грунтов, слагающих её дно и берега. Вследствие неодинаковых условий формирования речных русел (разные гидравлические режимы, расходы, глубины) деформации русла по всей длине реки носят различный характер: на верховых участках обычно преобладает глубинная (донная) эрозия, в нижнем течении — аккумуляция (осаждение) наносов. Регулирование русла может быть общим (на всём протяжении реки) и частичным, когда лишь на отдельных ее участках ведутся соответствующие регуляционные работы (см. Выправительные работы). В полном объёме (на основе общего плана) регулирование русла осуществляется сравнительно редко из-за значительных материальных затрат. Зарегулированной называют реку, у которой русло характеризуется устойчивым состоянием, т. е. когда на всей длине реки или на отдельных её участках устанавливается соответствие между поступлением в неё наносов и способностью реки транспортировать их.

К мероприятиям по Р. р. относятся также берегоукрепительные (с устройством берегоукрепительных сооружений) и дноуглубительные работы.

Выправительные работы, гидротехнические работы на склонах речных долин и в руслах рек, связанные с регулированием действия речных потоков, для обеспечения нормальных условий судоходства или лесосплава, защиты берегов и сооружений от местных подмывов или отложений наносов. С помощью В. р. устанавливается равновесие между размывающей силой потока и сопротивлением русла размыву, между количеством поступающих в поток наносов и его способностью транспортировать их далее. Комплекс В. р. на реках включает: закрепление склонов речных долин, благодаря чему уменьшается общее поступление наносов в русло реки и снижается интенсивность эрозии почв; закрытие протоков и спрямление излучин русла, что увеличивает продольные уклоны и средние скорости потока, придавая руслу более устойчивые формы; увеличение глубин русла с помощью землесосов и землечерпательных снарядов; устройство регуляционных и берегоукрепительных сооружений. Для регулирования эрозии русел успешно применяются весьма эффективные методы, предложенные советскими учёными М. В. Потаповым, А. И. Лосиевским и др. По методу Потапова разрушение берегов, размывы дна у сооружений, а также отложения наносов в водозаборных сооружениях и по трассе оросительного канала предотвращаются регулированием гидравлической структуры потока, т. е. созданием в нём искусственной поперечной циркуляции, изменяющей естественное направление и условия движения наносов. Поперечная циркуляция потока обеспечивается системой направляющих щитов, создающих винтовое движение струй воды в нужном направлении. Метод Лосиевского применяется для борьбы с отложением наносов на судоходных реках;

здесь циркуляция потока создаётся заградительными стенками, которые устанавливаются на дне реки под углом 20-25° к направлению течения. При этом поверхностные струи отклоняются к стрежню реки, а донные, насыщенные наносами, - в сторону берега. Для В. р. и сооружений применяются преимущественно местные строительные материалы, из которых изготавливают габионы, фашины, заградительные плетни и заборы, хворостяные тюфяки и защитные каменно-гравийные отсыпки.

Регуляционные сооружения, выправительные сооружения, гидротехнические сооружения, предназначенные для регулирования русел рек.

Р. с. условно подразделяют на сооружения тяжёлого типа- (капитальные), которые нередко входят в состав т. н. сооружений генерального плана регулирования русла и рассчитаны на долговременное использование, и лёгкие, применяемые периодически, преимущественно на малых и средних реках.

Р. с. тяжёлого типа (*дамбы, ограждающие валы, запруды, полузапруды*) должны сопротивляться подмыву и разрушающему действию воды и льда и обладать достаточной гибкостью, позволяющей сооружению без нарушения его прочности приспосабливаться к деформациям основания. Для возведения тяжёлых Р. с. используют каменную наброску, тюфячную или фашинную кладку, свайные, ряжевые и др. конструкции. К лёгким Р. с. относятся хворостяные плетни и завесы, направляющие и отклоняющие поток устройства, ветвистые заграждения, земляные сооружения без тяжёлых покрытий.

По расположению относительно русла Р. с. делятся на продольные, поперечные и комбинированные. В зависимости от воздействия на поток Р. с. бывают сплошными (отклоняющими и направляющими весь набегающий на них поток воды) и сквозными (пропускающими через себя часть потока и вызывающими перераспределение расходов, скоростей и наносов по *живому сечению* русла).

Дамба (от голл. dam), гидротехническое сооружение, аналогичное по устройству *земляной плотине*. Различают Д. напорные и безнапорные. Напорные Д. сооружают для защиты речных и морских прибрежных низменностей от затопления, обвалования каналов (оградительные Д.) и для сопряжения напорных гидротехнических сооружений гидроузлов с берегами (сопрягающие Д.). Безнапорные Д. возводят для направления потока с целью регулирования и выправления русел; для улучшения условий судоходства и работы водопропускных и водозаборных гидротехнических сооружений (ГЭС, водосливных плотин, отверстий мостов, насосных станций и т. п.). Безнапорные Д. могут быть незатопляемыми и затопляемыми; в зависимости от расположения Д. относительно направления потока их называют продольными или поперечными. Д. строятся обычно из местных материалов (главным образом каменной наброски); небольшие Д. — из земли, хворостяной, фашинной кладки и т. п.

Ограждающий вал, оградительный вал, защитная дамба, гидротехническое регулирующее сооружение (обычно в виде *земляной плотины* небольшой высоты), предназначенное для защиты прибрежных территорий от затопления во время паводковых разливов рек. О. в. сооружают преимущественно в поймах рек; они принимают на себя напор воды периодически, лишь при подъёме её уровня выше берегов.

Запруда, гидротехническое регулирующее сооружение, предназначенное для частичного или полного перекрытия второстепенных рукавов реки в целях увеличения расхода воды в основном русле. На горных потоках служит для уменьшения уклонов дна и прекращения размыва русел запруда выполняется в виде стенки из каменной наброски, фашинной или габионной кладки.

Полузапруда, буна, поперечная дамба, гидротехническое сооружение, предназначенное для регулирования режима водного потока и защиты морского или речного берега от размыва. Для устройства П. применяют грунт, камень, бетон, *фашины, габионы*; установ-

ливают П. нормально или под некоторым углом к берегу. Донные П. служат для предохранения от размыва оснований береговых сооружений.

Дноуглубительные работы, работы по углублению и расширению водоёмов и водотоков путём выемки грунта. Различают Д. р.: капитальные, выполняемые при сооружении гидротехнических объектов и для улучшения судоходных условий на водных путях, и эксплуатационные, производимые ежегодно с целью удаления наносов, нарушающих нормальную эксплуатацию гидротехнических сооружений и судоходных путей. Наибольший объём Д. р. приходится на внутренние водные пути (реки, водохранилища, каналы), где посредством Д. р. увеличивают глубину и ширину судовых ходов. Д. р. в морских и речных портах осуществляют с целью углубления и расширения их *акваторий* для подхода грузёных судов к причалам. На мелиоративных каналах и озёрах Д. р. выполняются для очистки их от заиления. Д. р. производятся также для углубления водопроводящих каналов к отдельным промышленным предприятиям и дна *водозаборных сооружений*, для прорытия подводных траншей, прокладки трубопроводов, кабелей и др.

Основные средства для Д. р. — *дноуглубительные суда*. Д. р. на участках со скальными грунтами обычно выполняются с применением *взрывных работ*.

Берегоукрепительные сооружения, сооружения для защиты берегов водоёмов (рек, морей, водохранилищ, каналов и др.) от разрушающего воздействия волн, течений, напора воды и льда и др. природных факторов. Б. с. возводятся для предупреждения разрушений (размывов) берегов и затоплений населённых пунктов, промышленных объектов, дорог, мостов, линий связи, ценных лесных и с.-х. угодий, культурных и исторических памятников и т.п. В курортных зонах Б. с. используются для сохранения, создания и расширения пляжей. Требования, предъявляемые к Б. с.: эффективность работы и надёжность (долговечность) конструкций, простота устройства, возможность максимального использования местных строительных материалов и проведения ремонтно-восстановительных работ, экономичность. По характеру взаимодействия с водным потоком Б. с. подразделяются на активные, использующие энергию потока на работу по намыву и сохранению береговых наносов, и пассивные, противопоставляющие водному потоку только прочность и устойчивость своей конструкции. К активным Б. с. на морях и озёрах относятся наносозадерживающие буны и *волноломы*, на реках — поперечные *полузапруды*, регулирующие *дамбы*, струенаправляющие щиты. Пассивные Б. с. на морях — волноотбойные стены, наброска из крупных блоков и фигурных массивов, на реках — каменная наброска, тюфяки, *габионы*, бетонные и железобетонные плиты (*рис.*) и др. Выбор комплекса Б. с. и их типов зависит от рельефа берега, его гидрогеологического режима и геологического строения, на основе технико-экономического сопоставления нескольких вариантов Б. с.

Габион (франц. gabion, от итал. gabbione — большая клетка), конструкция в виде заполненного камнем или галькой ящика из металлической оцинкованной сетки на каркасе, предназначенная для защиты русла реки от размывов, для устройства регуляционных и *берегоукрепительных сооружений*. Г. имеет обычно форму параллелепипеда с размерами (*м*): длина 3—5; ширина 1—1,5; высота 1. Для предохранения от разрушений русло реки у сооружения выстилается габионными тюфяками. Применяется Г. при скоростях потока 1,5—3 м/сек.

Волнолом, брекватер, гидротехническое сооружение для защиты от волнения (ветровых волн) акватории порта, рейдовых причалов, подходов к каналам и шлюзам, береговых участков моря, озера, водохранилища и т.д. Энергия задерживаемых волн гасится на В. или отражается от него.

По конструктивным признакам и характеру работы сооружения различают В. ограждающие, окружённые водным пространством, — сплошные (вертикального или откосного профиля), сквозные, плавучие, пневматические, гидравлические (*рис.*) и берегозащитные, расположенные непосредственно у берега. В. сплошные вертикального профиля могут

быть гравитационного типа и свайной конструкции. В. сплошные откосного профиля возводятся в виде песчаных *дамб* с защитным покрытием откосов или наброски из камня и бетонных массивов. Сквозные В. имеют не доходящие до дна волнозащитные экраны, опирающиеся на отдельные опоры мостового типа. Плавающие В. — заякоренные понтоны или другие плавучие устройства, гасящие часть волновой энергии. Пневматические В. используются для гашения энергии волн струи сжатого воздуха, выходящего из отверстий уложенного по дну трубопровода. Гидравлические В. осуществляют гашение волнения встречным поверхностным потоком, который создаётся струями воды, выбрасываемыми из сопел подводных трубопроводов. Берегозащитные В. относятся к активным средствам защиты берегов. В сочетании с бунами они способствуют расширению и закреплению полосы береговых пляжей, на которых гасится энергия волн; сооружаются преимущественно из камня или бетонных массивов.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Дайте определение понятию «Восстановление рек».
- 2) Что включает регулирование речного русла?
- 3) Дайте характеристику регулирующим сооружениям.
- 4) Дайте характеристику берегоукрепительным сооружениям.
- 5) Что включают дноуглубительные работы?
- 6) Задачи управления водными ресурсами РФ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Гладков Г.Л., Журавлев М.В., Соколов Ю.П.** Оценка воздействия на окружающую среду инженерных мероприятий на судоходных реках: Учебное пособие для вузов – СПб, Изд-во А. Кардакова 2005. – 241 с.
2. **Кожмяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.
3. **Сметанин В.И.** Восстановление и очистка водных объектов. М.: Колос, 2003. – 157 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

б) дополнительная литература:

1. **Российская Федерация. Законы.** Водный кодекс Российской Федерации [Текст]: [федер. закон: принят Государственной Думой 12 апреля 2006 г., одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 г., по состоянию на 28 декабря 2013 г.]. – Москва: Издательство «Омега-Л», 2007. – 58 с. – (Кодексы Российской Федерации). – ISBN 5-370-00199-5. – ISBN 398-5-370-00199-4.
2. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

ЛЕКЦИЯ 2

РУСЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И РУСЛОВЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ

Рекой называется поток воды, который под действием своей силы тяжести передвигается с более высоких мест земной поверхности к более низким, по низкому вытянутому в длину продольному углублению в земной поверхности, называемому *долиной реки*. Окраины речных долин, которые повышаются и переходят в горную цепь или холмы, называются *кряжами*. Кряж может очень далеко отстоять от русла реки, тогда ширина долины будет большая и, наоборот, подходить вплотную к реке или вдаваться в нее высоким мысом, называемым *рынком гор* (рисунок 1).

Вода из атмосферных осадков и подземные воды из родников и источников стекают по склонам долины в *русло* реки – самую низкую извилистую часть долины, по которой постоянно течет вода. Часть речной долины, заливаемая во время половодья, называется *поймой*.

Площадь земной поверхности, с которой собираются в данную реку поверхностные и подземные воды, называется *бассейном* реки. Бассейны рек ограничены возвышенностями – водоразделами. На одном водоразделе могут начинаться сразу две реки или более. Например, Среднерусская возвышенность является водоразделом нескольких рек: Волги, Днепра, Западной Двины, стекающих в разные моря.

Каждая река имеет начало – *исток*, который может быть озером, болотом, ледником, ключом и т. д., и *устье* – место окончания реки и впадения ее в море, озеро или другую реку.

Горизонт воды, или уровень воды в реке, колеблется от максимального в половодье, когда заливается часть долины – *пойма*, до минимального в межень – маловодное состояние реки. Максимальный и минимальный горизонт в реке почти ежегодно меняется в зависимости от питания реки. В многоводные годы воды в реках бывает больше, в маловодные (засушливые) годы – меньше.

Уровень воды в реке зависит от наличия гидротехнических сооружений, нагонно-сгонных явлений под действием ветра, а также приливов и отливов в устьях рек.

Продольный профиль дна реки имеет зубчатую форму, он все время меняется и в виде ступенек спускается от истоков к устью. Глубоководные участки – *плесы* – располагаются между песчано-мелководными участками – *перекатами*. Каждая река имеет свой продольный профиль и уклон, поэтому уровень воды в реке на разных участках различен. Обычно верхняя часть ее – верхний плес имеет больший уклон, поток режет породу, скорость течения большая, а глубина невелика. В нижнем плесе реки уклон чаще всего незначителен, скорость течения резко снижаться, что способствует отложению наносов в русле.

Движущийся речной поток все время пробивает себе дорогу и размывает в первую очередь те места, где грунт слабый, и откладывает наносы в других местах в виде осередков, островов и чаще всего в виде кос. Так образуются изгибы русла реки, размыв которых усиливается с увеличением течения на поворотах. Особенно интенсивны размывы берегов и отложения наносов в период ледохода.

Изгибы русла рек имеют различную длину и форму (рисунок 2). Длинные изгибы меженного русла вместе с долиной называются *извилинами*. Очень длинная извилина реки, у которой расстояние между началом и концом значительно меньше, чем длина извилины, называется *лукой*.

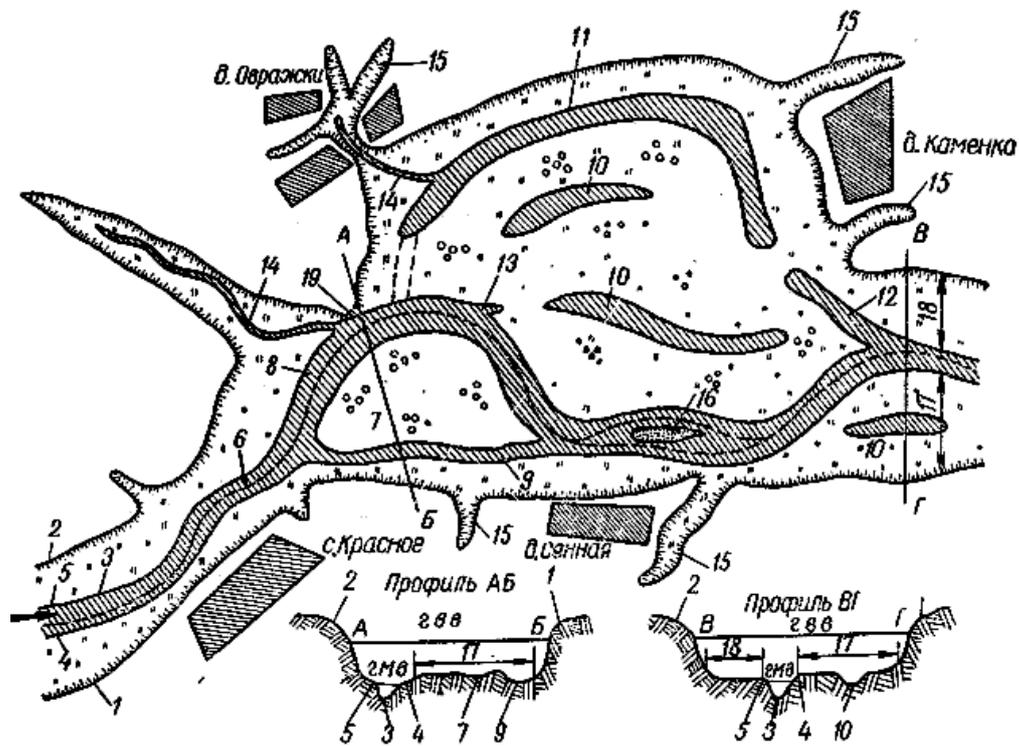


Рисунок 1. План речной долины и русла: 1 – правый коренной (незатопляемый) берег (кряж); 2 – левый коренной берег (кряж); 3 – русло; 4 – правый меженный (затопляемый) берег; 5 – левый меженный берег; 6 – фарватер; 7 – остров; 8 – коренное (ходовое) русло; 9 – воложка (неходовая); 10 – пойменное озеро; 11 – староречье (старица); 12 – затон; 13 – начало прорвы; 14 – приток (речка); 15 – овраги; 16 – осередок; 17 – правая пойма; 18 – левая пойма; 19 – горный рынок (рынок гор); г. в. в. – горизонт высоких вод; г. м. в. – горизонт меженных вод

Длинный изгиб русла внутри долины называется *излучиной*, крутая короткая излучина – *коленом*. С увеличением размыва русла начало и конец излучины в половодье могут быть соединены речным потоком. Такое естественное спрямление русла называется *прорвой*. Со временем прорва становится глубже, шире и может превратиться в коренное русло. В самой же излучине откладываются наносы, постепенно она мелеет, превращаясь в старое русло – *старицу*, или *староречье*.

Изгибающиеся в разные стороны извилины, излучины, колена реки иногда соединяются небольшими прямолинейными участками. Здесь в поперечном разрезе русло относительно симметрично, а на криволинейном участке – несимметрично. На криволинейном участке русла один из берегов относительно обрывист, подмывается течением и около него глубина значительная. В плане (вид сверху) этот берег имеет вогнутость и носит название *вогнутого берега*. Противоположный берег, наоборот, пологий, вдоль него откладываются наносы, глубина около этого берега незначительна, постепенно увеличивается к середине реки. Течение слабое. Этот берег называется *выпуклым*.

Если встать лицом по направлению течения, то берег, расположенный с правой стороны, называется *правым*, а противоположный ему — *левым*.

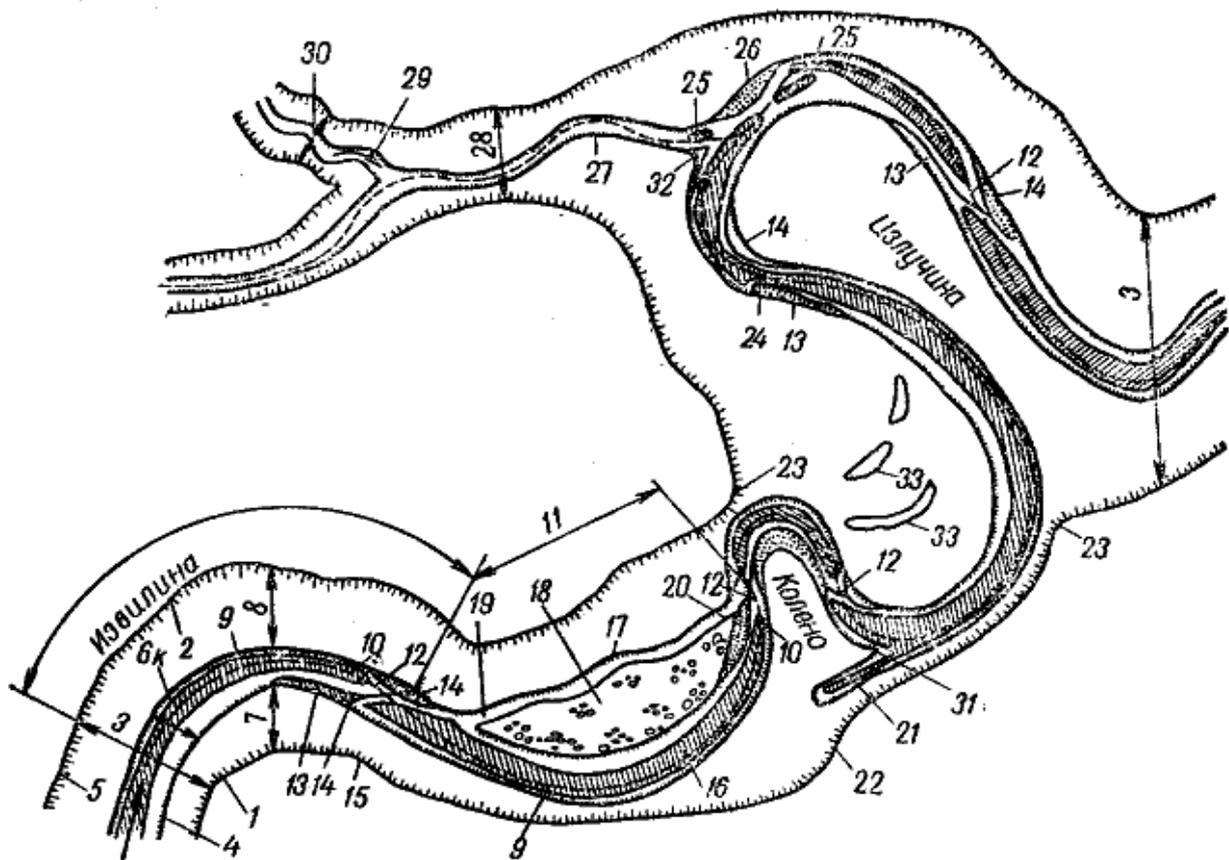


Рисунок 2. Схема извилистых участков рек: 1 — правый коренной (незатопляемый) берег; 2 — левый коренной берег; 3—ширина долины; 4 — правый меженный берег; 5 — левый меженный берег; 6 — ширина меженного русла; 7—правая пойма; 8 — левая пойма; 9— яр; 10 — нижнее плечо яра; 11 — верхнее плечо яра; 12—перекат; 13 — верхняя коса (пески); 14 — нижняя коса (пески); 15—гребень переката; 16 — коренное русло; 17 —неходовая воложка; 18 — остров; 19 — приверх острова; 20 — ухвостье острова; 21 — затон; 22 — защитная линия ледорезов; 23 — рынок; 24 — перевал; 25 — осередок; 26 — побочень; 27 — судоходный приток первого порядка; 28 — ширина его долины; 29 — несудоходный приток второго порядка; 30— ширина долины притока второго порядка; 31 — коса; 32 — стрелка устья; 33 — пойменные озера

Изучение речного потока и его свойств необходимо инженеру для правильного определения направления и скорости течения, горизонтов и уклонов потока, внутренних течений в потоке, действия их на русловые процессы. Если мысленно разрезать реку поперек течения вертикальной плоскостью, перпендикулярной к плоскости поверхности воды, то площадь сечения, ограниченная дном, берегом и поверхностью воды, называется живым сечением. Количество воды, проходящее через живое сечение в течение одной секунды, называется расходом воды. Скорость течения зависит от глубины и формы русла и распределяется по живому сечению неравномерно. Так, например, характер течения на прямых участках отличается от течения в закруглениях, а течение на перекатах — от течения на плесе и т. д.

В разных местах живого сечения скорость течения различна (рисунок 3). В любом живом сечении максимальная скорость течения находится над самым глубоким местом около поверхности воды или несколько ниже ее, примерно до одной трети глубины от поверхно-

сти воды. От точки живого сечения, отстоящей на одну треть от поверхности воды, скорость течения уменьшается ко дну реки и от середины реки к берегам.

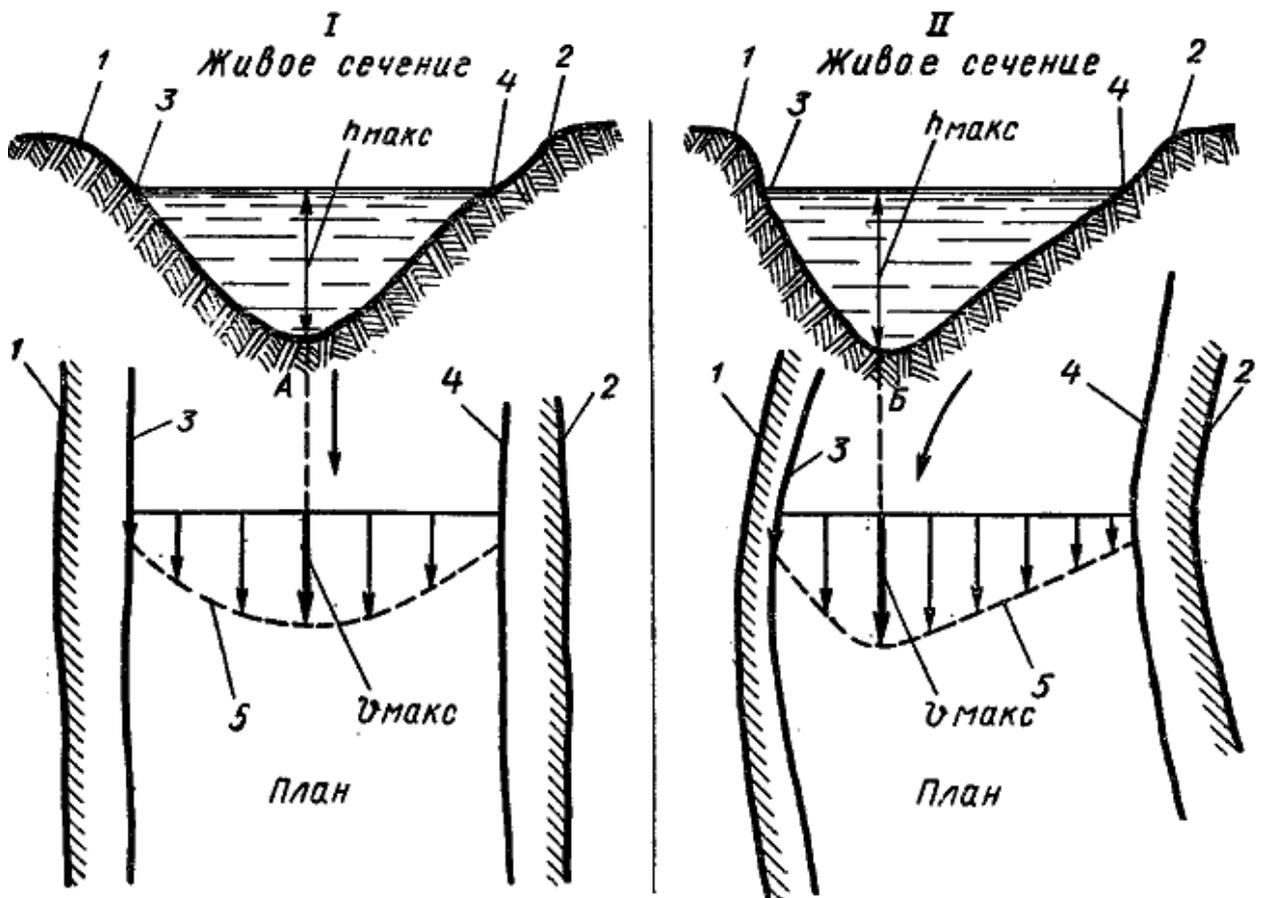


Рисунок 3. Распределение поверхностных скоростей течения в плане: I — симметричное русло; II — несимметричное русло. 1 — бровка правого берега; 2 — бровка левого берега; 3 — правый урез воды; 4 — левый урез воды; 5 — распределение скоростей течения в плане

Таким образом, наибольшая скорость течения в прямых участках русла находится в середине симметричного русла, а в криволинейных участках — ближе к вогнутому берегу.

Если на отрезке реки, состоящем из криволинейных и прямых участков, мысленно сделать некоторое количество живых сечений, а точки максимальных скоростей течения каждого живого сечения соединить линией, то получим ось динамического потока — стрежень, который близко подходит к вогнутости берегов (если они вогнуты) и идет посередине в прямых участках.

Русловой процесс это явление изменения во времени форм русла под воздействием потока. Особенно интенсивно подвержены этому реки и каналы. Меняются параметры глубин фарватера, площадь водной поверхности участков акваторий, ширина русла водоемов, глубины, характер и месторасположение донных наносов. Для устранения негативных последствий русловых процессов проводятся работы по регулированию русла.

Особенности **руслового процесса** заключаются во взаимодействии двух сред – жидкой (поток воды и взвешенных частиц) и твердой (грунт в ложе реки, донные образования). Твердое русло реки является ограничителем потока, а значит, оно управляет течением. С другой стороны, вода постоянно вымывает либо приносит с собой некоторое количество частиц грунта, а, следовательно, и поток имеет значительное влияние на процессы руслообразования. Таким образом, форма русла и особенности потока постоянно взаимосвязаны.

Взаимодействие русла и потока заключается в постоянном распределении скоростей движения воды. Русло размывается на тех участках, где скорости потока велики. Частицы грунта, влекомые течением переносятся туда, где скорости малы. Поэтому формы русла по всей длине водоема могут значительно отличаться. Изменение русла быстро влияет на особенности потока, однако, изменение параметров потока может потребовать много времени для формирования нового русла.

В структуре потока можно выделить три вида течений:

- 1) продольное течение (общее), обеспечивающее продольное перемещение жидкости;
- 2) поперечное течение (циркуляционное, винтовое), обеспечивающее поперечное перемещение жидкости;
- 3) турбулентное перемешивание — хаотичное движение жидкости в потоке.

Русловые деформации в зависимости от их развития, разделяют на три основные группы:

- 1) вертикальные, вызывающие трансформацию продольного профиля реки (врезание или аккумуляция) и изменения отметок дна русла;
- 2) горизонтальные, связанные с перемещением русла в плане и размывами берегов, приводящие к расширению долины и образованию поймы;
- 3) движение аллювиальных гряд, обуславливающие формирование перекатов, кос и других аккумулятивных образований в русле.

Устойчивость русла – основной показатель, характеризующий степень сопротивления русла разрушительному воздействию потока. Сопротивляемость русла размыву определяется качеством грунтов русла, крупностью и характером наносов, интенсивностью растительности на берегах, наличием искусственных берегоукрепительных сооружений и т.д.

Наиболее распространённые показатели устойчивости русла – число Лохтина, $L=d/l$ и показатель Н.И. Маккавеева, $Kc=1000*d/Bpl$ названный им коэффициентом стабильности.

d – средний диаметр руслообразующих наносов на отрезке русла, мм;

l – уклон, ‰, чаще заменяемый падением H , м/км;

Bp – ширина русла реки в бровках поймы.

Изучение явления **русловых процессов** необходимо для планирования и проведения таких работ, как дноуглубление и очистка водоемов от донных отложений.

Основные типы русловых процессов приведены на рисунке 4, а основные природные факторы русло- и поймообразования представлены в таблице 1.

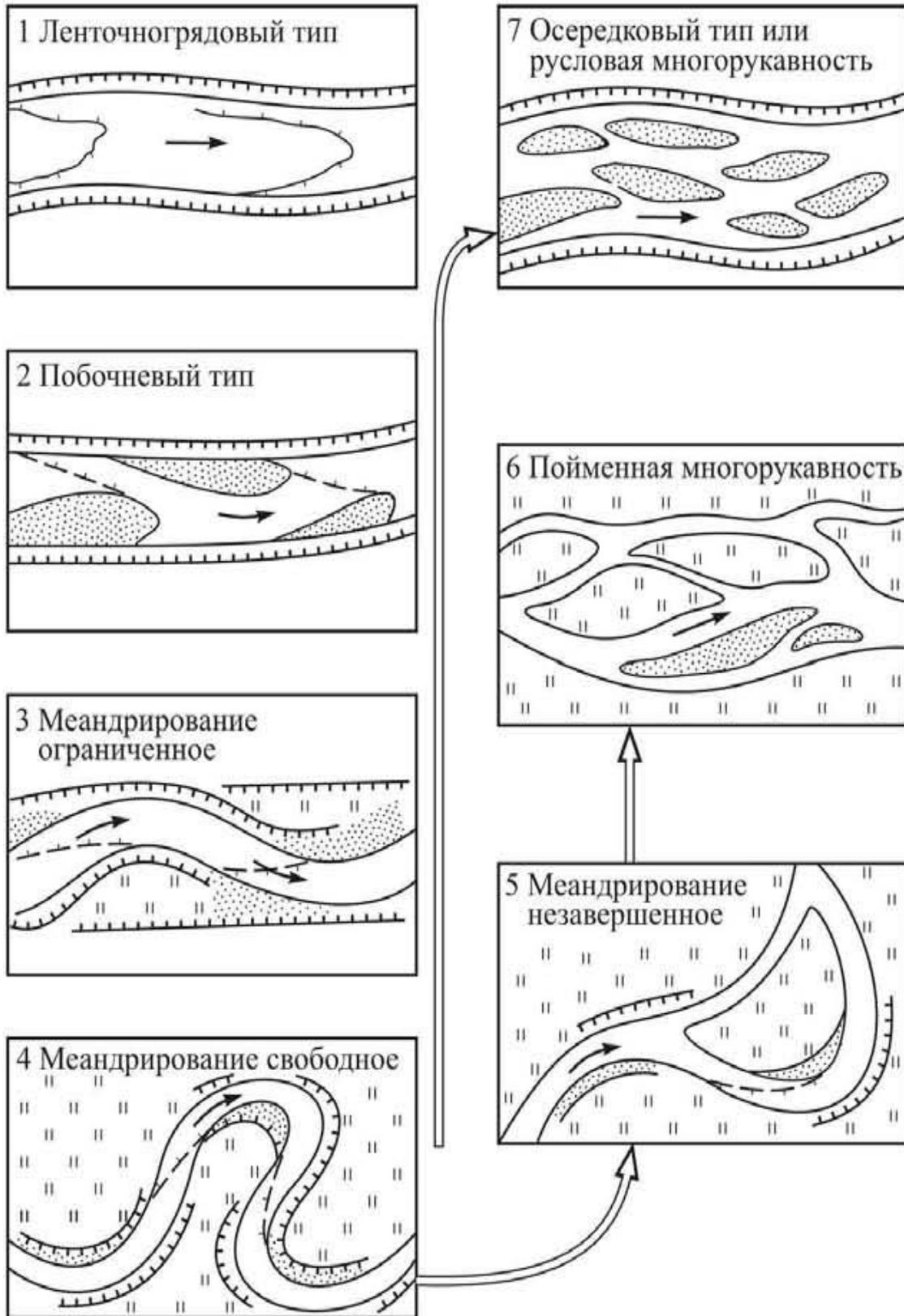


Рисунок 4. Типы русловых процессов

Таблица 1 - Природные факторы русло- и поймообразования.

Факторы	Происхождение	Масштаб влияния (для рек сравнимых порядков)
Объем стока воды	Гидрологические	Региональный (но зависит от места в речной системе)
Внутригодовое распределение стока		Региональный
Ледовый режим		Локальный
Литология пород, слагающих дно долины	Геологические	Региональный
Структура залегания горных пород		Локальный (при мелком масштабе анализа)
Литология пород, слагающих бассейн		Региональный
Новейшая и современная тектоника		Региональный
Растительный покров в русле и на пойме	Почвенно-растительные	Локальный
Растительный покров на водосборе		Региональный
Почвенный покров на водосборе и пойме.		Локальный
Климат	Климатические	Региональный
Ветровой режим		Локальный
Многолетняя мерзлота		Региональный
Процессы склоновые и эрозионные временных водотоков	Геоморфологические	Может быть как региональным, так и локальным.
Объем стока взвешенных наносов	Полигенетические (определяются гидрологическими, геолого-геоморфологическими, почвенно-растительными, отчасти климатическими факторами)	Региональный
Крупность и объем стока влекомого наносов		Региональный
Уклон русла	Полигенетический (определяется геолого-геоморфологическими, факторами и местоположением в системе речной сети)	Региональный для рек сравнимых порядков.

Оценка возможности изменения типов руслового процесса применительно к основному виду инженерной деятельности на реках, сводится к строительству на поймах дорожных насыпей, дамб обвалования и предмостовых насыпей. Возведение этих сооружений приводит к изменению в первую очередь одного из трех определяющих факторов руслового процесса - ограничивающего фактора, характеризующего свободное развитие русла в плане. Изменение ограничивающего фактора при указанных видах строительства состоит в уменьшении ширины активной поймы B_0 и ширины пояса руслоформирования $B_{п.р.}$. Степень сжатия амплитуды плановых колебаний потока характеризуется уклоном реки I и уклоном дна долины I_0 . Относительные значения ширины активной поймы $B_0/B_{п.р.}$, ширины пояса руслоформирования $B_{п.р.}/B$ и уклона дна долины I_0/I характеризуют тип руслового процесса (здесь B - ширина русла на уровне меженных бровок).

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что представляют собой русло реки и пойма?
- 2) Охарактеризуйте распределение поверхностных скоростей течения в плане?
- 3) Дайте определение понятиям «русловые деформации» и «устойчивость русла».
- 4) Назовите основные типы русловых процессов.
- 5) Назовите природные факторы русло- и поймообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.
2. **Сметанин В.И.** Восстановление и очистка водных объектов. М.: Колос, 2003. – 157 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

б) дополнительная литература:

1. **Российская Федерация. Законы.** Водный кодекс Российской Федерации [Текст]: [федер. закон: принят Государственной Думой 12 апреля 2006 г., одобрен Советом Федерации 26 мая 2006 г., по состоянию на 28 декабря 2013 г.]. – Москва: Издательство «Омега-Л», 2007. – 58 с. – (Кодексы Российской Федерации). – ISBN 5-370-00199-5. – ISBN 398-5-370-00199-4.
2. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

ЛЕКЦИЯ 3

СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ

Восстановление рек и водоемов – совокупность прикладных научных исследований и организационно-технических мероприятий, направленных на восстановление нормального функционирования водных экосистем, нарушенного вследствие эксплуатации природных ресурсов или загрязнения производственными отходами водных объектов суши и их водосборов. Наиболее очевидно нарушение речных биоценозов и деградация рек при разработке в речных долинах карьеров для добычи полезных ископаемых открытым способом, при прокладке пересекающих реки транспортных магистралей (сооружение шоссейных и железнодорожных мостов, траншей для трубопроводов и т.п.), при мелиоративном преобразовании заболоченных пойм, при сооружении набережных в городах, сопровождающимся канализацией речных русел и нередко перемещением русел малых рек. Менее заметны медленные изменения при антропогенном нарушении стока, в особенности качества воды под воздействием сосредоточенных (точечных) и рассредоточенных источников загрязнения рек. К ним относят сброс кислых шахтных, дренажных и сточных промышленных вод, ливневые стоки с городских территорий и промышленных зон, смыв удобрений и ядохимикатов с сельскохозяйственных полей и площадок их складирования, навоза с животноводческих ферм, наносов вследствие усиления эрозии при вырубке лесов и т.д. Деградация озер, создающая необходимость их восстановления, наиболее часто бывает вызвана либо сбросом в них ядовитых для водных организмов веществ, либо обогащением озерной воды органическими и минеральными биогенными веществами, стимулирующими эвтрофирование водоема.

В мировой практике восстановления речных русел и водоемов распространен *принцип стабилизации гидрологического режима* в диапазоне колебаний скорости течения, уровня воды (следовательно, и ее расхода) и гидрохимических характеристик качества воды, оптимального для устойчивого функционирования речной экосистемы, а затем создание и размещение в русле сооружений, способствующих привлечению водных организмов-переселенцев для ускорения развития биоты в восстанавливаемом участке реки. Таким образом, восстановление реки заключается лишь в *стимулировании* заселения реконструированного русла речной флорой и фауной. Проект восстановительных работ, по мнению гидроэкологов, должен включать несколько этапов: 1) формирование группы специалистов в составе гидрологов, инженеров-гидротехников, биологов-экологов и рыбоводов, ландшафтоведов; 2) разработка плана восстановительных работ с учетом местных условий, имеющегося опыта подобных работ; 3) техническое осуществление плана реконструкции водного объекта и 4) организация мониторинга водной экосистемы с целью анализа эффективности выполненных природоохранных мероприятий.

К восстановительным мероприятиям на реках относятся следующие: конструирование устойчивых меандров с закономерным чередованием плесов и перекатов, установка ловушек мусора, наносоуловителей и небольших запруд на притоках для перехвата повышенного стока наносов в период восстановления растительного покрова на рекультивируемых участках водосбора, возобновление береговой растительности, размещение в новом русле (при необходимости) струенаправляющих конструкций, водоподпорных дамб и др.

К восстановительным работам на озерах и водохранилищах относятся следующие: 1) снижение внешней нагрузки на водоем от вредных веществ путем водоохраных мероприятий на водосборах; 2) регулирование функционирования водной экосистемы и внутриводоемного круговорота веществ и энергии с целью улучшения качества формирующей

щейся в водоеме основной водной массы. Водоохранные мероприятия на водосборе подразделяются на три уровня: *первый уровень* предусматривает переход производства на экологически чистые технологии (в сельском хозяйстве — это совершенствование кормовых рационов животных, технологии удаления и утилизации навоза, очистки животноводческих стоков, технологии использования минеральных удобрений). Водоохранные мероприятия *второго уровня* направлены на снижение миграционной способности загрязнений (использование в качестве водоприемников сельскохозяйственных сточных вод земельных полей орошения, биологических прудов, болот; обвалование сельскохозяйственных полей, расположенных вблизи русел рек и берегов водоемов; систематическая расчистка русел и водоемов мелиоративных систем и их аэрация; лесонасаждение и залужение прибрежных водоохранных полос. *Третий уровень* состоит в использовании для очистки воды высшей водной растительности, активно поглощающей биогенные вещества, в самых верхних звеньях гидрографической сети (мелиоративные биоплато, биологические пруды). К такого рода водным объектам могут быть отнесены предводохранилища, сооружаемые на притоках водоемов-источников питьевого назначения.

Для регулирования круговорота органических и биогенных минеральных веществ в озерной экосистеме применяются: аэрация путем разрушения стратификации вод, выкачивания воды из гипolimниона* и ее смешения с теплой водой эпилимниона** либо непосредственно аэрацией гипolimниона; отвод воды из гипolimниона путем переноса водозабора из эпилимниона в придонный слой озера; осаждение фосфатов сульфатом алюминия (хлорид трехвалентного железа и гидроокись кальция использовать для этого не рекомендуется, так как при наличии анаэробных условий у дна возможно высвобождение фосфатов в воду) в сочетании с отводом гипolimниальных вод; снижение в гипертрофных озерах биомассы водорослей механическим удалением (выкашивание зарослей макрофитов, сбор пленок синезеленых водорослей), поскольку применение гербицидов (например, медного купороса) может повлечь за собой неожиданные последствия; аэрация поверхности донных отложений путем подачи в придонный слой воздуха или временной полной осушки водоема с целью уплотнения донных отложений (усадка осадков может достигать при этом 1—2 м); удаление донных отложений (достаточно только верхнего их слоя толщиной 5—15 см) для временной ликвидации внутренней биогенной нагрузки водной экосистемы; экранирование донных отложений с той же целью пластмассовой пленкой, зольной пылью, глиной или железосодержащим песком. Подавляющее большинство известных методов улучшения экологического состояния озер требует выполнения дорогостоящих и трудоемких работ и потому восстановление, как правило, осуществляется на небольших водоемах.

Чтобы избежать негативных последствий вмешательства во внутриводоемные процессы, настоятельно рекомендуется на стадии разработки водоохранного проекта выполнение имитационного математического моделирования функционирования конкретной водной экосистемы с учетом всего комплекса местных условий (метеорологических, гидрологических, биологических, хозяйственных) в системе водосбор—водоем.

В комплекс водосберегающих и водоохранных мероприятий на водосборах рек входят создание лесозащитных полос различного назначения и осуществление разнообразных агротехнических мероприятий по уменьшению эрозии почв и выносу минеральных удобрений.

Лесокустарниковые насаждения в зависимости от их назначения могут различаться по составу пород, ширине, расположению в плане, конструкции и пр. С позиции гидрологии общим для них является, во-первых, то, что лес способствует переводу части поверхностного стока в грунтовый и тем самым предотвращает обмеление малых рек в летний период. Во-вторых, лес перехватывает часть взвешенных и растворенных веществ, содержа-

щихся в талой и дождевой воде, улучшая качество речной воды. В-третьих, лесные полосы способствуют задержанию снега на полях, что особенно важно для открытых степных районов.

Полезационные лесные насаждения размещаются обычно в виде прямоугольников, длина которых 1000—1500 м и ширина от 200 до 600 м (в зависимости от состава почвы, особенностей рельефа, границ полей севооборота и пр.). Главные, или продольные, полосы располагаются поперек господствующих ветров. Ширина полосы от 7 до 15 м. Конструкции полос ажурные и продуваемые, в виде параллельных рядов деревьев и кустарников. Различают главные породы, образующие верхний ярус и принимающие на себя основной напор ветра, а также средний и нижний ярусы, существующие для предотвращения эрозии почв и создания нужного лесному сообществу микроклимата.

Лесные насаждения по берегам водоемов. Создаются для защиты берегового склона от размыва, для перехвата части взвешенных и растворенных веществ.

Ширина лесной полосы устанавливается на основе специальных изысканий (с учетом длины, крутизны и экспозиции склона, состава грунтов и пр.). Примыкающие к реке крутые склоны с углом наклона более 30° полностью включаются в лесную полосу независимо от длины склона. В пределах полосы применяется щадящий режим эксплуатации; при санитарной рубке в первую очередь убирается сухостой, а также деревья, поврежденные ветром, снегом или вредителями.

Гидролого-экологический эффект лесной полосы будет больше: на супесчаных почвах, чем на суглинистых; при хвойном лесе, чем при лиственном; в - случае южной экспозиции склона, чем при северной; при значительном уклоне склона по сравнению с малым уклоном.

Лесные насаждения по берегам водохранилищ. Предназначаются в первую очередь для снижения интенсивности процесса переработки берегов. На прудах и малых водохранилищах способствуют также уменьшению испарения с водной поверхности и улучшают условия произрастания макрофитов в прибрежной зоне. Лесные посадки по берегам водоемов повышают их рекреационную ценность.

Лесные насаждения в оврагах и балках, а также на горных склонах. В первую очередь засаживаются отвершки оврагов. Если расстояние между отвершками небольшое, то создается сплошная полоса; в противном случае промежуточные пространства отводятся под залужение. Дно и склоны оврагов и балок желательно сплошь засаживать деревьями и кустарником.

Агромелиоративные мероприятия в речном бассейне направлены прежде всего на предотвращение эрозии почв.

Эрозия почв есть мощный гидролого-экологический фактор, особенно для малых рек и водохранилищ. Из-за перегруженности водного потока взвешенными и влекомыми наносами ускоряется процесс заиления прудов и водохранилищ. Наносы, откладываясь в "руслах рек в виде кос, побочней, осередков и пр., меняют в худшую сторону русловой процесс. Более того, из-за отложения наносов многие малые реки в плотно населенных районах уже превратились в цепочку разобренных бьефов, где анаэробные процессы распада органических веществ начинают преобладать над -аэробными со всеми вытекающими отсюда отрицательными последствиями. Подобная река плохо дренирует грунтовые воды, что подчас ведет к заболачиванию прибрежной территории. С продуктами эрозии в реки и водоемы поступает значительное количество биогенных веществ. Овраги и балки иссушают территорию, лишая реку устойчивого грунтового питания.

Важную роль играют уклон местности, длина склона, характер почв, наличие или отсутствие растительности и др. Ощутимая водная эрозия наблюдается на суглинистых почвах уже при уклоне 0,5—1,0°, а на супесчаных почвах — при 1—2°. Линейная эрозия может завершиться образованием оврагов и далее балок.

Эрозии почв способствуют применение мощной техники, использование больших доз минеральных удобрений, вовлечение в производство низкоплодородных почв, распашка крутых склонов и пойм, прокладка дорог, чрезмерный выпас скота и др.

Агроресомелиоративные мероприятия по борьбе с эрозией почв и выносом минеральных удобрений - весьма разнообразны и в целом подразделяются на агротехнические и гидротехнические.

Агротехнические мероприятия включают безотвальную и контурную пахоту, посев озимых культур и многолетних трав, лункование зяби и щелевание озимых, оставление буферных полос, регулирование пастбы скота, снегозадержание и уплотнение снега, вспашку и боронование поперек склона, а еще лучше по горизонтали, строгое соблюдение норм внесения минеральных удобрений и недопущение их длительного хранения, под открытым небом и т. д.

Гидротехнические мероприятия: террасирование крутых склонов, устройство на них сети ловчих канав и невысоких гребенчатых валов для перехвата талой и дождевой воды, укрепление от-вершков оврагов, создание на дне, оврагов каскада низконапорных запруд, устройство прудов и небольших водохранилищ в долинах рек, а также биологических прудов и прудов-отстойников в устьях каналов и рек, создание сети перехватывающих нагорных канав вдоль бровок оврагов и балок , и т.д..

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что включает в себя понятие «восстановление рек и водоемов»?
- 2) Что относят к восстановительным мероприятиям на реках?
- 3) Что относят к восстановительным мероприятиям на озерах и водохранилищах?
- 4) Назовите основные типы русловых процессов.
- 5) Охарактеризуйте водосберегающие и водоохраные мероприятия на водосборах водных объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.
2. **Сметанин В.И.** Восстановление и очистка водных объектов. М.: Колос, 2003. – 157 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

б) дополнительная литература:

1. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК И ВОДОЕМОВ

4.1. Процессы деградации рек

Заиление (деградация) рек – Процесс отложения наносов, являющихся, главным образом, продуктом эрозии почв (см.) на водосборе, приводящий к обмелению русел и исчезновению малых рек. Особенностью малых рек является зависимость эрозионно-аккумулятивных процессов в их руслах от интенсивности эрозии почв на водосборе: чем меньше река, тем больше контакт с водосбором ее русла, куда непосредственно поступают смываемые с его площади минеральные частицы. Эрозия почв приводит к поступлению избыточного их количества в русло малой реки, вследствие чего в нем начинается аккумуляция наносов, происходит З.м.р. Этому способствуют изменения водного режима малых рек, обусловленные сведением лесов и распашкой земель: уменьшение меженного стока (вплоть до пересыхания рек), резкое сокращение подземного питания. В гумидной зоне благодаря многоводности З.м.р. выражено слабо и носит локальный характер. З.м.р. особенно характерно для лесостепной и степной зон, а также для юга лесной зоны. В степной зоне Европейской части бывшего СССР вследствие З.м.р. полностью исчезли реки первых порядков, вплоть до четвертого (длиной до 40—50 км), приведя к суммарному сокращению речной сети до 30%. В лесной зоне за счет исчезновения источников количество рек первого—второго порядков (длиной до 20 км) уменьшилось в 2,2 раза. За агрикультурный период (около 300 лет) в руслах и на поймах малых рек южной половины Европейской части бывш. СССР накопился слой наносов мощностью от 0,5 до 1 м. При этом размыв русел малых рек достигает в среднем лишь 20% продуктов смыва, что составляет около 60% общего стока наносов рек. Скорость З.м.р. составляет (в бассейне Дона) 6—12 мм/год на реках длиной до 25 км и менее 1 мм/год — на реках длиной свыше 100 км. З.м.р. не характерно для регионов, где смыв почвы осуществляется тальми водами, так как максимум поступления наносов в реки совпадает с половодьем, когда наиболее активна руслоформирующая деятельность водных потоков. Главным фактором исчезновения малых рек здесь является изменение их водного режима. З.м.р. способствует развитию водной растительности, связанной с эвтрофикацией рек. Эрозия почв сопровождается выносом в реки химически растворенных веществ, в том числе внесенных в почвы на распаханых землях удобрений. Водная растительность изменяет гидравлические характеристики потока (скорость, шероховатость русла), вследствие чего снижается его транспортирующая способность. Аккумуляция ила на прирусловых отмелях, обогащенного биогенными элементами, благоприятствует их зарастанию. В регионах, где главным фактором эрозии почв являются дождевые осадки, наибольший сток и вынос в реки минеральных и химически растворенных веществ осуществляется в межень. Из-за малых скоростей течения и ограниченности водообмена между плесами последние заиливаются в первую очередь, прибрежные их части покрываются водной растительностью.

Зарастание прирусловых отмелей способствует распространению аккумуляции наносов на все фазы водного режима; начинается полное З.м.р. Малая река сначала распадается на систему *бочагов*, представляющих собой остатки плесовых впадин, а затем превращается в вытянутое заболоченное понижение. В лесной зоне З.м.р. часто связано с молевым сплавом древесины. Стволы деревьев застревают на перекатах, отмелях, на излуцинах и образуют заломы, резко сокращающие пропускную способность русел. Заломы, выполняя функции плотин, приводят к подтоплению и заболачиванию пойм, усилению аккумуляции наносов. Плывающие бревна разрушают берега, способствуя расширению русел и З.м.р. Эрозия почв на лесосеках сопровождается местным обмелением рек. З.м.р. характерно для

промышленных регионов, городских агломераций и транспортных узлов. Здесь происходят массовое загрязнение рек строительным и бытовым мусором, наносами, поступающими в реки из ливневой канализации, эвтрофирование рек в результате сброса сточных вод, а также механическое изменение русел путем искусственного спрямления и отводов, возведения инженерных сооружений, полная ликвидация рек при их заборе в трубы. В регионах открытых горных разработок, добычи россыпных полезных ископаемых и строительных материалов русла перекапываются, засыпаются отвалами и исчезают; сток рек фильтруется в отвалах или отводится в каналы. В сельскохозяйственных регионах сток рек прекращается или сильно сокращается вследствие создания многочисленных прудов; ниже их происходит З.м.р. Этому способствуют частые размывы земляных плотин, построенных без проектов и гидрологического обоснования. Продукты размыва аккумулируются в русле ниже по течению, усиливая З.м.р. З.м.р. существенно ухудшает водообеспеченность регионов, приводит к расширению заболоченных площадей, непригодных к использованию, снижает или ликвидирует рекреационные качества рек. Отложение мелких частиц, таких как глина или ил, на поверхности и в порах водопроницаемой пористой среды, например, почвы или песка (син. кольматаж). Используется при мелиорации песчаных земель, а также для снижения фильтрации воды из водохранилищ и каналов.

В общем виде процесс деградации естественных водных экосистем можно представить в виде блок-схемы (рисунок 5).

4.2. Снижение поступления загрязнений со сбрасываемыми водами в водные объекты

Любая гидрографическая сеть представляет собой систему, в которой экологическое благополучие нижерасположенных ее элементов зависит от экологического состояния вышерасположенных ее участков. В случае разбалансированного влияния вышерасположенных элементов гидрологической сети на нижерасположенные нарушения экологического неблагополучия накапливаются и могут достигать критических значений. Одним из примеров этого может служить произошедшая в феврале 2000 г. В Европе на Дунае (Румыния) экологическая катастрофа из-за аварии на сооружениях накопления жидких отходов (цианидов) золотообогатительного предприятия.

В результате попадания цианида в гидрографическую сеть пострадали все нижерасположенные элементы данной гидрографической системы, особенно Венгрии, Болгарии и Украины, включая и часть Черного моря. На ликвидацию последствий экологической катастрофы, по оценке западных специалистов, потребуется более 10 лет.

Поэтому в случаях экологических нарушений в первую очередь их локализуют непосредственно в местах их возникновения, а затем восстанавливают утраченное экологическое равновесие за счет активизации процессов самоочищения.

Для этого предлагают проводить мероприятия, способствующие ограничению поступления загрязняющих воздействий в водный объект (очистка сбросов и ликвидация очагов концентрированного загрязнения), а также направленные на восстановление утраченных в результате антропогенного воздействия его самодостаточно мощным потенциалом самоочищения, и это свидетельствует о возможности организовать доочистку поверхностного стока и сбросов в их акваториях до безопасных значений, обеспечивающих полноценное функционирование как природных, так и чистоту окружающей его среды.



Рисунок 5. Процесс деградации естественных водных экоси-

Применительно к гидрографическим сетям крупных городов сбросы в малые реки составляют более 50% меженных расходов воды рек. Причем степень их загрязненности в зависимости от времени года практически не изменяется, что свидетельствует о решающем значении в формировании качества воды малых рек в условиях города. Поэтому снижение степени загрязнения рек и водоемов сбросами до приемлемых значений – ключевое решение проблемы оздоровления малых рек и водоемов. Несмотря на определенные трудности, возникающие при решении данной проблемы, поставленных целей можно достичь в результате проведения мероприятий и работ в следующей последовательности:

Проводят экологическую инвентаризацию всех существующих водовыпусков, независимо от объемов сбрасываемых ими вод, с привязкой места расположения каждого водовыпуска, измерением качества сбрасываемых ими вод;

Устанавливают значение каждого водовыпуска в формировании качества воды водного объекта и разрабатывают норматив к качеству сбрасываемых вод по каждому водовыпуску;

Разрабатывают мероприятия, направленные на снижение концентраций загрязняющих веществ, воздействующих на водный объект, по каждому водовыпуску;

Намечают мероприятия и работы согласно требованиям Санитарных норм охраны поверхностных вод от загрязнений. При планировании данных работ следует иметь в виду их достаточно значительный объем, особенно применительно к территориям промышленных зон (расположение водоспусков через 50...200 м), а также не следует исключать ливневоспуски, через которые сбрасывают воды из ливневосборной сети.

Разрабатываемые мероприятия, направленные на снижение концентраций загрязняющих веществ до допустимых пределов в сбрасываемых водах, должны включать организацию предварительной их очистки, а в случаях невозможности организации их очистки – ограничение функционирования или ликвидацию источников загрязнения.

Практически все воды, формирующие речной сток в пределах городской черты, в той или иной степени загрязнены, а возможности разбавления сбрасываемых вод ограничены, поэтому требования к ограничению загрязнения сбрасываемыми водами должны быть жесткими, несмотря на мероприятия, направленные на интенсификацию процессов очищения в самих водных объектах. Для достижения реального эффекта очистки следует избегать смешения сточных вод различного происхождения, содержащих разные виды загрязнителей. Так, сброс в общегородскую канализацию промышленных стоков, загрязненных тяжелыми металлами, без предварительной их очистки формально запрещен, так как на станциях аэрации канализационные стоки очищают в основном от органических загрязнителей, минеральных частиц, плавающего мусора и нефтепродуктов. Однако локальные очистные сооружения на предприятиях в основном не учитывают реальных возможностей очистки от конкретного вида загрязнителя.

Поэтому предлагается идти от устья к истоку по тем водовыпускам, из которых сбрасывают отдельные, конкретного вида загрязнители, находя их источники, и затем принимать меры по их нейтрализации. То есть очистку надо осуществлять не вообще, а очищать избирательно от конкретного вида загрязнителей в недопустимых концентрациях, сбрасываемых в определенных местах. Реализация такого подхода к очистке сбрасываемых в малые водные объекты вод требует использования очистных сооружений, предназначенных для очистки от определенного типа загрязнителей и для данного источника загрязнений, вместо громоздких и неэффективных универсальных сооружений, занимающих пойменные территории. Доочистку сбрасываемых вод переносят в водный объект, где процессы очистки имеют уже универсальное значение.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что представляет собой деградация водного объекта (реки)?
- 2) Приведите основные виды загрязнений водных объектов.
- 3) Перечислите мероприятия, способствующие снижению поступления загрязнений со сбрасываемыми водами в водные объекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.
2. **Сметанин В.И.** Восстановление и очистка водных объектов. М.: Колос, 2003. – 157 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

б) дополнительная литература:

1. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

5.1. Инженерные методы активизации процессов самоочистки

В водных объектах происходящие природные процессы способствуют очищению воды от взвесей, органических загрязнителей, тяжелых металлов, нитратов, фтора и других загрязняющих веществ. Вместе с тем стабилизировать или активизировать эти процессы без инженерного вмешательства, особенно на малых реках, практически не удается по многим причинам. Например, тонкие загрязняющие взвеси не успевают осесть в достаточно турбулизованных потоках рек небольшой протяженности со значительными продольными уклонами их русел.

Процессы самоочистки в реках протекают достаточно медленно (ориентировочно 2..10 сут и более), а в реках небольшой протяженности проходят от истока до устья за 1..3 сут, что недостаточно для реализации процессов самоочистки.

Наличие в акваториях водных объектов завалов русел рек отмершими деревьями, мусором, очагов загрязненных донных отложений также затрудняет процессы самоочищения.

Поэтому инженерные мероприятия должны быть направлены на создание в водных объектах режимов, обеспечивающих эффективность очищающих процессов в воде. А также ликвидацию источников руслового загрязнения.

К инженерным методам активизации процессов самоочистки, протекающих в водных объектах, относят: создание био водохранилищ; устройство водохранилищ-отстойников; замедление движения воды; активизацию окислительных процессов; устройство проточных мелководий-биолато, биолагун; очистку воды фильтрованием; использование био-фильтров и фильтров; другие методы.

Все перечисленные методы являются инженерной интерпретацией существующих в природе аналогов. В качестве технических средств используют водоочищающие гидротехнические сооружения, создающие необходимые условия для протекания очищающих процессов в водных объектах.

Для очистки воды от взвешанных минеральных частиц и загрязняющих веществ устраивают так называемые верховые пруды-биоотстойники, возводя плотины из местных строительных материалов.

Плотины возводят обычно 3..7м, обеспечивая тем самым вместимость пруда-биоотстойника до 1 млн. м³, которые служат для осаждения крупных и тонких фракций взвесей, выполняя при этом роль отстойников, и доочистки сточных и сбросных вод как биопруды. В составе гидроузла предусматривают водосброс шахтного типа для сброса очищенной воды из верхних уровней пруда-биоотстойника. Такие водоочищающие сооружения обычно располагают в верховьях рек, подверженных антропогенному воздействию.

В среднем течении малых рек, подверженных антропогенному воздействию, для очистки воды от взвешанных минеральных частиц, загрязняющих веществ, а также для выравнивания стока устраивают пойменные водохранилища-биоотстойники, для чего возводят плотину из местных строительных материалов высотой 5...12м, обеспечивая вместимость водохранилища 3млн м³.

Пойменные водохранилища-биоотстойники работают аналогично прудам-биоотстойникам. Возводимая плотина состоит из двух частей: глухой и водосбросной. Глухую часть плотины выполняют как частично, так и полностью фильтрующей, а водосбросную - как водослив с высоким порогом, обеспечивающим постоянный слив с верх-

них слоев водохранилища осветленной и очищенной воды. При этом высоту порога назначают из условия обеспечения процесса аэрирования сбрасываемой воды. Для обеспечения работы водохранилища в режиме биоотстойника продолжительность водообмена в нем в период межениных расходов должна составлять не менее 10 сут. В режиме работы как отстойника, из условия осаждения мелких взвесей, скорость на поверхности водохранилища не должна превышать 1 м/с. Мелководные участки, расположенные вблизи уреза воды, засаживают растениями-сапрофитами, а поступающие в водохранилище воды аэрируют.

Пруды и отстойники являются речными сооружениями и функционируют, подчиняясь гидрологическому режиму водного объекта, и рассчитывают их на пропуск паводковых расходов расчетной обеспеченности.

Накапливаемые в прудах-биоотстойниках и водохранилищах донные отложения и остатки водной растительности периодически удаляют.

Для очистки воды от загрязнений в малых реках, подверженных антропогенному воздействию, можно использовать так называемые фильтрующие плотины и запруды с добавлением при возведении их специального материала, например природного цеолита, вступающего во взаимодействие с химическими веществами, содержащимися в воде (микропористые каркасные алюмосиликаты кристаллической структуры). Природные цеолиты обладают уникальными сорбционными, ионообменными, ионоселективными и другими свойствами.

Цеолиты применяли при проведении работ по улучшению качества воды декоративного пруда, расположенного у пересечения Алтуфьевского шоссе и Инженерной улицы в г. Москве. По результатам лабораторных анализов был сделан вывод: процесс очистки воды природными цеолитами дает положительный эффект. Так, колииндекс лактозоположительной кишечной палочки снизился с 24 млн. до 2300, что в два раза меньше санитарной нормы для водоемов культурно – бытового назначения (СанПиН 4630-88), полностью ликвидировано заражение воды яйцами гельминтов, уменьшилось содержание многих тяжелых металлов (свинец, ртуть, кадмий) до концентраций, меньших ПДК.

Однако фильтрование через грунт в естественных условиях сопряжено с определенными трудностями из-за слабой водопроницаемости материала, из которого возводят фильтрующие плотины и запруды, а также нестабильности процесса фильтрования за счет кольматации и осаждения насосов.

Хороших результатов при очистке воды малых рек можно достичь, устроив в пределах русла каскад подпертых бьефов без выхода на пойму и аэрирования. Для подпора воды в данных случаях используют затапливаемые во время высоких паводков перепады – аэраторы с повышенным порогом. Каскад русловых бьефов с аэраторами замедляет скорость движения воды в реке, создавая необходимый промежуток времени для реализации процессов очистки, и интенсифицирует их за счет аэрирования сбрасываемого потока и его перемешивания в нижнем бьефе каждого сооружения.

Длину бьефа и высоту перепада – аэратора определяют из условия обеспечения очищающих процессов и топографии.

Русловые перепады - аэраторы выполняют в виде русловых плотин автоматического действия с развитым водосливным фронтом, рассчитанных на пропуск максимальных расходов при перепаде на сооружении не более 0,3 м, обеспечивающих неразмывающие режимы при выходе воды на пойму при ее затоплении.

5.2. Берегоукрепительные работы

Положение и состояние водных объектов во времени и пространстве постоянно изменяются. Понятие «окончательное состояние водного объекта» не существует. Поэтому необходимо проведение дополнительных работ по обустройству берегов практически любого водного объекта.

Традиционные подходы к проведению берегоукрепительных работ показали противоречивость применения только инженерных методов крепления берегов к естественному процессу развития водного объекта. Однако применение чисто биологических методов укрепления берегов, включая высадку тростника, черенков ивняка, посев травянистых растений, которые, чтобы стать перспективными средствами берегоукрепления, требуют достаточно большого промежутка времени и поэтому недостаточны для укрепления берегов, подверженных опасности разрушения.

Наибольший успех достигается при использовании технических средств берегоукрепления в сочетании с биологическими методами, представляя комбинированные методы защиты берегов. Однако сочетание обоих методов позволяет решить проблему берегоукрепления на достаточно длительную перспективу.

Эффективность последующего использования прибрежной территории обеспечивается устойчивостью береговой линии водного объекта. Берега должны обладать достаточной устойчивостью в неукрепленном состоянии. В противном они должны быть выположены. Требуемое значение крутизны береговых склонов устанавливают обычно расчетным путем.

По отношению к уровню воды в водных объектах береговые склоны делят на три зоны: подводная, переменного уровня и надводная.

На стадии предварительной оценки устойчивого состояния откосов можно воспользоваться нормативными показателями крутизны береговых склонов в зонах подводного и переменного уровня, приведенных далее. Устойчивое состояние береговых склонов находящихся под водой и в зоне переменных уровней, обеспечивается при соответствии их крутизны значениям от 1,5 до 5,0 при высоте откоса до 10 м в зависимости от вида грунта. Значения устойчивой крутизны надводной части береговых склонов должны находиться при их заложении не менее 1,25...1,75, увеличиваясь от подошвы к бровке откоса.

Методы крепления береговых склонов в каждой зоне различаются.

Например, для обеспечения сохранности береговые склоны в зонах подводного и переменного уровней, если необходимо, облицовывают для защиты от воздействия волн, продольного течения воды, ледяного припая, ледохода, а в надводной зоне, подверженные суффозийным воздействиям, возникающим в результате выхода на поверхность грунтовых вод, а также при замерзании и оттаивании воды в переувлажненных глинистых грунтах, требуют устройства откосных дренажей на всем протяжении выклинивания грунтовых вод. Устройство дренажа не исключает крепление откосов в соответствии с гидрологическим режимом и гидрогеологическими условиями водного объекта. Заложение откосов при строительстве дренажей в зависимости от грунта приведено далее.

Грунт	Заложения откосов
Песок мелкозернистый	3,0...4,0
Песок мелко - и крупнозернистый	2,5...3,0
Супесь	2,0...2,5
Гравийно – песчаный	1,5...2,0
Суглинок пылеватый	1,5
Глина жирная	2,5...5,0

При скорости течения 1...4 м/с, высоте волны до 1,25 м и отсутствии явлений ледяного припая для защиты береговых склонов в зоне переменного уровня достаточно часто применяют железобетонные плиты и каменную наброску. Схемы крепления крутых береговых склонов в зоне переменного уровня инженерными методами показаны на рисунке 6.

В условиях незначительной интенсивности размыва подводной зоны береговых склонов, являющейся наиболее сложной для укрепления крутых склонов, применяют устройство опоясков, контрбанкетов и каменную наброску.

Более пологие береговые склоны укрепляют железобетонными плитами тюфяками. Между разными типами крепления по высоте сооружения склона промежуточные бермы, а в подошве крепления – упоры.

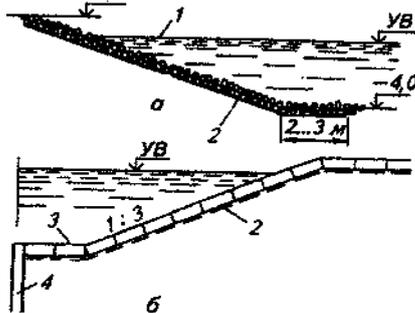


Рисунок 6. Схема крепления береговых склонов инженерными методами:

- а - каменной наброской; б - железобетонными плитами;
- 1 - каменная наброска;
- 2- геотекстиль; 3- бетонные плиты;
- 4 - шпунтовая стенка

Наибольшее распространение получили железобетонные плиты. Каменные крепления применяют при наличии на месте камня. Крепление подводных откосов железобетонными плитами и тюфяками требует предварительной планировки и отсыпки гравийно-щебеночаной, гравийно-песчаной подготовки или укладки геотекстиля. Опояски устраивают методом отсыпки каменных материалов непосредственно в воду без предварительной подготовки откоса.

Для защиты надводной зоны береговых склонов чаще применяют биологические приемы, включающие их залужение и посадку древесно-кустарниковой растительности. В городских условиях к надводным береговым склонам предъявляют дополнительные архитектурно-планировочные требования при принятии решений по формированию их внешнего вида и созданию условий по использованию их для отдыха и других нужд. Поэтому для защиты надводной зоны береговых склонов растительные покрытия обычно дополняются посадкой декоративных растений в сочетании с устройством смотровых площадок, парапетов, лестничных сходов и въездов.

Для защиты береговых склонов в зоне переменного уровня при скорости течения менее 1 м/с, высоте волны до 0,25 м и незначительном ледоходе применяют биологическое крепление с подбором видов растений, наиболее устойчивых к условиям временного затопления.

Прибрежная растительность успешно выполняет функции по укреплению береговых склонов, препятствует стоку поверхностных вод, ослабляет эрозионные процессы. Для закрепления береговых склонов от разрушений высаживают ивовые породы деревьев, которые укрепляют почву образующейся корневой системой. Растущие по берегам водоемов ивы различаются по своим особенностям и требованиям, предъявляемым к условиям произрастания. Посадка пород ивы, соответствующих условиям данной местности, обеспечивает создание жизнеспособных и долговечных зарослей.

Иву по берегам водных объектов сажают обычно вегетативными частями растения: черенками, ветвями, хворостинами и лозой. При правильной посадке вскоре образуются корни и побеги, обеспечивающие любой желаемый вид защиты берега.

Без постоянного квалифицированного ухода за только что посаженными и разросшимися растениями невозможно обеспечить их берегоукрепляющее действие в течение длительного времени.

Посадочный материал ивы в основном заготавливают в период зимнего покоя, т. е. с октября по март, а также и далее, вплоть до окончания цветения. Посадочный материал начинают заготавливать с середины лета. Черенки срезают преимущественно с молодых ветвей ивы. Наиболее

часто используют посадочный материал в возрасте от одного до двух лет при диаметре черенков от 5 до 20 мм. Практика показала, что любой посадочный материал ивы большей толщины и возраста дает хорошие побеги, обладает хорошей приживаемостью и обеспечивает в итоге эффективную защиту берегов.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что относят к инженерным методам активизации процессов самоочистки водных объектов?
- 2) Что представляют собой биоплато?
- 3) Раскройте сущность работы русловых перепадов - аэраторов.
- 4) Что включают берегоукрепительные работы?
- 5) Какие приемы и материалы используют для берегоукрепления?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.
2. **Сметанин В.И.** Восстановление и очистка водных объектов. М.: Колос, 2003. – 157 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

б) дополнительная литература:

1. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

ОБУСТРОЙСТВО ВОДОСБОРОВ И УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

6.1. Мелиорация водосборов

На функционирование водосборов наиболее существенно влияет трансформация земельной угодий (сведение лесов, распашка), осуществляемая человеком для решения экономических задач: увеличение запасов продовольствия, добыча полезных ископаемых, строительство. Ранее отмечалось, что распашка земель ухудшает структуру водного баланса почв, питание подземных вод и рек, изменяет радиационный баланс, приводит к эрозии почв, обработка полей механизмами ее уплотняет. В этом плане лесонасаждения и луга предпочтительней, но они не решают многих экономических задач. Нахождение оптимального сочетания угодий — сложная комплексная задача, ее решение должно основываться на количественном описании взаимосвязанных природных процессов, антропогенных воздействий и оптимизироваться с учетом социально-экономических и природосохраняющих показателей.

К природным особенностям малых и средних рек относятся сравнительно небольшие объемы стока, невысокие пределы процессов самоочищения и существенная зависимость их режима от состояния водосборной территории.

Основные проблемы водосборов малых рек сводятся к следующему:

- нерациональное природопользование, которое проявляется в чрезмерной зарегулированности стока с водосбора множеством прудов и малых водохранилищ;
- увеличивающееся загрязнение огромных площадей водосборов, что приводит к хроническому загрязнению водных объектов, особенно от рассредоточенных источников;
- процессы водной эрозии на водосборе, которые во многом обусловлены ландшафтными особенностями регионов и хозяйственной деятельностью;
- потенциальная возможность наводнений и селеобразования, которая возрастает при ухудшении экологического состояния водосборов и русел малых рек.

Существует еще одна проблема водосборов, связанная с малыми и средними реками, особенно в степной зоне. Это – задержание стока на подступах к реке. Здесь имеется в виду, что часть стока с водосбора в значительных объемах не доходит до реки, а задерживается агротехническими приемами, лесополосами, валами-канавами. Безусловно, что задержание стока на полях агротехническими приемами дает прибавку урожая и имеет право на существование. Аналогичное можно сказать и о лесных насаждениях, которые также нуждаются во влаге. Но реке ведь тоже нужна влага, чтобы существовать как водный объект. А она остается последней в этом «дележе» стока.

Целями мелиораций водосборов средствами стокорегулирующей гидротехники являются сохранение и улучшение состояния малых и средних рек, их потребительских свойств, а также предотвращение вредного воздействия вод на хозяйственные и природные объекты путем формирования и регулирования стока на водосборе, обеспечивающих поступление его в гидрографическую сеть реки.

Стокорегулирующая гидротехника – это часть инженерных мелиораций вод и водных объектов, которая для достижения поставленной цели использует арсенал мелиоративных средств, методов, приемов и технологий, обеспечивающих комплексный, бассейновый и геоэкологический подходы к решению поставленных задач.

Основными задачами стокорегулирующей гидротехники являются:

- обеспечить не только предотвращение эрозии, но и отвод воды в гидрографическую сеть;

- оптимизировать структуру водного баланса водосбора с учетом потребностей во влаге ее потребителей, включая реки;

- обеспечить рациональное использование овражно-балочных систем (превратить овражные системы в экологически чистые ландшафтные ниши, а не использовать их в качестве свалок отходов);

- предотвратить вредное воздействие вод и водных объектов на окружающую среду (наводнения, подтопление территорий, водная эрозия).

С решением поставленных общих задач одновременно решаются задачи противозероизионного обустройства территорий, спасения малых рек от истощения, сокращения непродуктивного испарения атмосферных осадков, стимулирования процессов самоочищения в реках, сохранения полезных биоценозов, рационального использования земель водного фонда.

На стадии научных исследований и выработки научно обоснованных рекомендаций по применению способов и средств стокорегулирующей гидротехники необходимо решить ряд научных задач:

- обобщить известные подходы к оценке формирования поверхностного стока на малых водосборах, выделяя стокоформирующую и стокорегулирующую функции водосбора;

- обосновать метод определения целесообразной степени регулирования малыми водоемами стока с водосбора, а также принципы их размещения на водосборной площади;

- разработать и научно обосновать мелиоративные приемы и методы стокорегулирования на водосборе;

- разработать и обосновать способы регулирования твердого стока на водосборе;

- разработать технологические схемы обустройства и восстановления малых водоемов;

- разработать методику эколого-экономического обоснования регулирования стока на водосборе малой реки;

- разработать научно обоснованные рекомендации по компоновке, проектированию и эксплуатации сооружений стокорегулирующей гидротехники.

Сложившиеся в настоящее время схемы регулирования поверхностного стока в бассейнах малых рек не обеспечивают эффективное использование водных и земельных ресурсов, не способствуют улучшению качества поверхностных вод и не снижают эрозионную опасность на водосборах рек, особенно на стокоформирующих площадях.

Для рек, питающихся с водосборов, необходима экологическая проточность с гидрографом расходов воды и в объеме, достаточном для того, чтобы обеспечить рекам существование без ухудшения экологической обстановки. Сохранение в реке природоохранных (экологических, ненарушаемых, базовых и т. п.) расходов воды накладывает определенные ограничения на регулирование стока в гидрографической сети водосбора. Поэтому вопрос о мелиорации или ликвидации прудов должен решаться на основе бассейнового подхода, требующего обоснования проведения мелиоративных мероприятий с учетом оценки их влияния на хозяйственно-экономическое и экологическое состояние водосборного бассейна в целом.

Такой подход определяет достижение предельной степени регулирования стока прудами и водохранилищами в бассейне из условия обеспечения экологически приемлемого состояния основного водотока (необходимость санитарной, экологической, рыбохозяйственной и других видов проточности по гидрографической сети водосборного бассейна).

6.2. Основные способы очистки воды

Основные способы очистки воды, состав очистных сооружений и их размеры определяются в зависимости от качества воды в источнике, требований, предъявляемых к качеству воды, расчетного расхода очистной станции и других местных условий.

Очистная станция осуществляет решение комплексной задачи по улучшению качества воды (осветление, обеззараживание, умягчение, опреснение и т.д.).

Очистная станция должна располагаться близко от источника водоснабжения. Местоположение очистной станции выбирается с учетом рельефа местности, удаленности от населенного пункта и др. условий. Схема очистки воды должна выбираться с учетом условия самотечного движения воды от сооружения к сооружению. Насосная станция первого подъема подает воду к самому высокорасположенному сооружению очистной станции, откуда вода самотеком проходит сооружения очистки и поступает в резервуар чистой воды. Насосная станция второго подъема подает воду в водопроводную сеть.

Основные способы очистки воды:

1. Осветление воды – удаление из воды веществ, придающих ей мутность (до 1,5 мг/л);
2. Обесцвечивание воды – удаление из воды веществ, придающих ей цвет (до 20);
3. Обеззараживание воды – удаление из воды бактерий (коли-индекс <3);
4. Умягчение воды – уменьшение содержания в воде солей Ca и Mg (<7 мг.экв/л);
5. Опреснение воды – уменьшение общего содержания солей до 1000 мг/л (1 г/л).
- 6.

Мероприятия, осуществляемые непосредственно на водоемах. К ним относится очистка водной поверхности от нефтяной пленки и плавающих предметов, удаление загрязненного грунта, периодическая уборка макрофитов. В Великобритании разработан метод очистки воды от нефти с помощью специального вещества, которое почти не оказывает влияния на морскую фауну. Нефть, обработанная таким веществом, быстро коагулируется в комки, которые оседают на дно, смешиваются с илом и разлагаются бактериями.

Мероприятия, проводимые на водосборе. Это создание водоохраных зон и лесозащитных полос, проведение противоэрозионных мероприятий, строительство прудов, организация безопасной технологии складирования, использования минеральных удобрений, ядохимикатов и др.

Очистка сточных вод осуществляется механическими, химическими, физико-химическими, биологическими методами. Наиболее дешевая – *механическая очистка сточных вод* применяется для выделения взвесей. Основными формами очистки являются процеживание, отстаивание, фильтрование. Методы механической очистки применяются во всех отраслях народного хозяйства в качестве предварительного этапа. Этот способ очистки является основным в металлургии, горнорудной и горно-химической промышленности. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 2/3 нерастворимых примесей, а из промышленных – более 9/10.

Химическая очистка сточных вод применяется для выделения неорганических примесей. При обработке сточных вод реагентами происходит их нейтрализация, выделение растворенных соединений, обесцвечивание и обеззараживание стоков. Химические методы позволяют очищать сточные воды со значительными колебаниями в них концентраций загрязняющих веществ. Определенным недостатком метода является накопление в процессе очистки значительного количества осадков.

Физико-химическая очистка применяется для очистки сточных вод от грубо- и мелкодисперсионных частиц, коллоидных примесей, растворенных соединений. Это высокопроизводительный способ очистки, но отличается высокой стоимостью. К физико-химическим методам относится флотация, экстракция, адсорбция, ионный обмен и др.

Флотация ускоряет осветление промышленных сточных вод и удаляет из них взвешенные вещества, нефть, нефтепродукты, жиры, поверхностно-активные вещества. Сущность этого процесса состоит в насыщении стоков воздухом, к пузырькам которого прилипают частицы твердых веществ, всплывающие на поверхность.

Адсорбцию применяют при невысоком содержании органических веществ в сточных водах. В качестве адсорбента используется активированный уголь и органические, синтетические сорбенты. При ионообменном способе очистки легкие ионы водорода или ионы щелочных металлов замещаются на ионы цветных и тяжелых металлов. При этом удаляемое вещество концентрируется, а не разрушается. Для этого способа применяют синтетические ионообменные смолы.

Окисление – один из перспективных методов очистки сточных вод. Используется озон, хлор, диоксид хлора, перманганат калия и другие окислители, позволяющие окислять остаточные растворенные в воде, устойчивые к биологическому разрушению органические вещества. При эвапорации сточные воды нагревают до кипения. Насыщенный водяной пар извлекает из воды примеси. Затем пар пропускают через нагретый поглотитель, в котором примеси задерживаются.

Биологический метод очистки сточных вод применяется для удаления растворенных органических соединений. Метод основан на способности микроорганизмов разлагать растворенные органические соединения. Биологическая очистка осуществляется как в очистных сооружениях, так и в естественных условиях. К недостаткам метода относится способность активного ила увеличиваться в размерах при перегрузке очистных сооружений и выносить в водоемы после очистки соединения азота и фосфора. Имеется несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

В биофильтрах сточные воды пропускают через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биохимического окисления.

В биологических прудах в очистке сточных вод участвуют все организмы, населяющие водоем. Заросли камыша наряду с бактериями и водорослями выполняют роль живых фильтров, поглощающих многие загрязняющие вещества, уничтожают своими выделениями болезнетворные бактерии. Густые заросли тростника на площади 1 га поглощают из воды и почвы и аккумулируют в своих тканях до 5-6 т различных солей. За сутки с 1 га водной поверхности гиацинтом извлекается 44 кг N, 44 кг K, 34 кг Na, 22 кг Ca, 4 кг Mn.

Аэротенки – огромные резервуары из железобетона, заполненные активным илом из бактерии и микроскопических животных. Эти живые организмы быстро развиваются. Из-за значительного количества органических веществ в сточных водах и избытка подаваемого кислорода, бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты. Ферменты минерализуют органические соединения. Ил с хлопьями быстро оседает, отделяясь от очищенной воды. Инфузории, амёбы и другие животные используют в пищу бактерии, не слипающиеся в хлопья.

Сточные воды перед биологической очисткой подвергают механической, а после нее химической или физико-химической. Биологический метод дает хороший результат при очистке коммунально-бытовых стоков. Его применяют для очистки сточных вод нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной, химической промышленности.

Применяемые методы очистки позволяют снизить уровень загрязнения воды лишь на 80%, в более совершенных сооружениях – до 95%. Даже в высокоразвитых странах мира очищают не все сточные воды. В Германии очищают 64% бытовых стоков, в Швеции – 10% стоков остаются неочищенными, 15% подвергают механической очистке. Стоимость очистных сооружений часто достигает 10-20% стоимости строительства предприятий. В отдельных отраслях промышленности, например, в целлюлозно-бумажной и нефтехими-

ческой, затраты на очистку достигают 25% всех производственных затрат. С повышением степени очистки до 98-99% стоимость очистных сооружений увеличивается в несколько раз.

Только очистными сооружениями полностью предотвратить загрязнение водоемов не удастся. В комплексной охране водных ресурсов важное значение придается экономии чистой воды. В этих целях сокращают нормы потребления ее на технологические процессы, ведут борьбу с утечкой, водяное охлаждение заменяют воздушным и т.д. Большое внимание уделяется сохранению растительности, имеющей водоохранное значение. В промышленности значительное количество воды экономится при внедрении прогрессивных технологических процессов. На старых нефтехимических заводах для переработки 1 т нефти расходуется 18-22 м³ воды, на современных заводах с оборотным водоснабжением и системами воздушного охлаждения – 0,12 м³/год.

Важной задачей рационального использования водных ресурсов является сокращение потребления водопроводной воды на технические нужды. В Москве, например, на долю промышленности приходится около четверти подаваемой водопроводной воды. Необходимо расширить сеть технических водопроводов.

Для сбережения воды на неорошаемых землях важное значение имеет высокая агротехника. Зяблевая обработка почвы и агролесомелиоративные меры способствуют накоплению влаги. Расширяются площади оросительных систем, использующих сточные воды для орошения и удобрения сельскохозяйственных угодий, а также доочистки в естественных условиях. Целесообразно использовать в качестве удобрений осадок сточных вод. При внесении осадков сточных вод в выщелоченный чернозем в дозе 40-60 т/га урожайность яровой пшеницы увеличивается на 27-48,6%.

Значительно сокращаются потери воды при орошении при применении прогрессивных способов полива: капельного орошения, предпочвенного и мелкодисперсного полива. Совершенствование оросительных систем, бетонирование дна, применение закрытых дренажей способствуют повышению КПД этих систем.

Современные сооружения по очистке природных вод

Поверхностные источники водоснабжения постоянно подвергаются загрязнению сбрасываемыми недостаточно очищенными промышленными и коммунальными стоками, ливневыми водами, отводимыми с территории населенных пунктов, загрязненными водами с сельскохозяйственных угодий

Таким образом, в водные источники, используемые для – питьевого водоснабжения, попадают тяжелые металлы, нефтепродукты, поверхностно – активные вещества, соединения азота и фосфора.

Ухудшение качества поверхностных вод отрицательно сказывается на качестве близлежащих от поверхности грунтовых вод, питаемых за счет инфильтрации из поверхностных водооток. Подземные водоносные горизонты загрязняются нитратами, минеральными солями и другими загрязнениями. Наблюдается также изменение качественного состава вод источников водоснабжения под действием климатических факторов.

Перечисленные антропогенные факторы воздействия на источники водоснабжения являются причиной того, что существующие водоочистные станции, рассчитанные в основном для осветления, обесцвечивания и обеззараживания воды не всегда в состоянии обеспечить необходимую санитарную защиту населения и требуемое качество питьевой воды. В целях повышения качества питьевой воды, разработаны санитарные правила и нормы «Гигиенические и санитарно – технические требования к источникам централизованного хозяйственно – питьевого водоснабжения населения», которые учитывают особенности формирования и индивидуальность состава каждой питьевой воды.

Необходимое усовершенствование технологий водоочистки осуществляется за счет реконструкции очистных сооружений (реагентного хозяйства, отстойников, фильтров), применения механических смесителей, камер хлопьеобразования и новых высокоэффективных коагулянтов, исключения первичного хлорирования путем интенсификации коагуляции и последующего озонирования, применения сорбции. Применение водоочистных установок заводского типа для водоснабжения коммунально – бытовых предприятий, поселков обеспечивает очистку воды от железа, взвешенных веществ т.д.

Технологические схемы осветления и обесцвечивания поверхностных вод приведены в таблице 2.

Таблица 2. - Технологические схемы осветления и обесцвечивания поверхностных вод

Качества воды			Производительность станции м ³ /сут	Технологическая схема и состав сооружений
Количество взвеси, мг/л	Цветность, град.	Общее число микробов		
Безреагентная технология очистки воды				
< 50	< 50	> 50	1000	Медленные фильтры и обеззараживание
500-700	< 50	> 50	30000	Гидроциклоны, медленные фильтры с обратной промывкой, обеззараживание
> 700	< 50	> 10	любая	Гидроциклоны (сетки), отстойники, медленные фильтры, обеззараживание
Технология реагентной очистки воды				
< 30-50	< 150	> 50	5000-10000	Реагентное хозяйство, скорый напорный фильтр, обеззараживание
< 120	< 150	< 50	любая	Реагентное хозяйство, контактные осветлители, обеззараживание
< 250	< 250	> 50	любая	Реагентное хозяйство, флотатор, скорые открытые фильтры, обеззараживание
< 2500	< 500	> 50	любая	Реагентное хозяйство, горизонтальные отстойники (осветление воды в слое взвешенного осадка), скорые открытые фильтры, обеззараживание
> 2500	< 500	> 50	любая	Реагентное хозяйство, отстойники, двухступенчатые фильтры (контактные префильтры и скорые фильтры), обеззараживание

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что включают в себя обустройство и мелиорация водосборов?
- 2) Какие научные задачи необходимо решать в стокорегулирующей гидротехнике?
- 3) Назовите основные способы очистки воды природных вод.
- 4) За счет каких мероприятий происходит усовершенствование технологий водочистки?
- 5) Охарактеризуйте технологические схемы осветления и обесцвечивания поверхностных вод?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Ивонин, В. М.** Противоэрозионные системы водосборов / В. М. Ивонин // Двадцать второе пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Новочеркасск, 2-4 октября 2007 г.): Доклады и краткие сообщения. – Новочеркасск, 2007. – С. 31-36.
2. **Кутлияров, Д. Н.** Оценка состояния и комплексное обустройство водосбора р. Таналык Республики Башкортостан: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 06.01.02 / Кутлияров Дамир Наилевич. – Уфа: БашГАУ, 2009. – 23 с.

б) дополнительная литература:

1. **Махмудова И.М.** Улучшение качества природных вод.– Ташкент, ТИМИ, 2013. – 108 с.

ЛЕКЦИЯ 8

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО ОЧИСТКЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ ДАННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

8.1. Конструктивные решения по расчистке водохранилища

Данные мероприятия относятся к категории гидротехнических работ, направленных на восстановление водного объекта, основополагающей целью которого в современных условиях является возвращение водохранилища в первозданное природоприближенное состояние или, как принято называть его ренатурирование.

В рамках проектов рассматриваются в основном два варианта восстановления рек и водоемов.

- *первый* – относительно квазициклический, осуществляемый в рамках существующего типа руслового процесса, при сохранении основных форм береговой линии и планового положения чаши. Существенному изменению подвергаются только ложе водохранилища и русло в пределах береговых бровок;

- *второй* – направленное коренное изменение русла (чаши), с искусственной сменой типа руслового процесса, спрямлением излучин и существенным преобразованием водохранилища выше меженного уреза воды.

Использование второго варианта, как правило дороже и небезопасно, поскольку будет происходить ответное приспособление русла к новым гидравлическим условиям, что может сказаться на устойчивости берегов и на плановых деформациях его ложа.

Конструктивные решения по расчистке рек и водоемов предусматривают удаление илистых донных отложений до их подошвы, с формированием естественного профиля дна реки. При необходимом обосновании можно не вынимать ил полностью.

Работы производятся в период летне-осенней межени с июня по октябрь.

Принципы проектирования очертаний русла:

1) главный принцип – достижение максимального эффекта в очистке русла реки (ложа водохранилища) от илистых отложений и различного хлама;

2) плановые очертания ложа руслового водохранилища, форма и размеры поперечного сечения должны обеспечивать его устойчивость и быть максимально приближенными к естественным условиям;

3) технология работ должна обеспечивать минимальное воздействию на прирусловую часть поймы, а также максимальное сохранение древесно-кустарниковой растительности, находящейся за границей береговых бровок и не оказывающей негативного влияния на водную среду, а выполняющей важную берегоукрепительную функцию.

В соответствии с указанными принципами в проекте приняты следующие конструктивные решения:

1. Параметры расчищаемого ложа назначены в соответствии с его естественной морфометрией и современным уровнем заиления.

2. Продольный уклон дна по участкам дна имеет различные значения, что свойственно естественным водотокам. Линия проектного дна проводится по подошве ила, что позволяет осуществить максимальную расчистку от наносов.

3. Отметки проектного дна ложа в начале и в конце участка расчистки назначаются исходя из плавного сопряжения с бытовым дном.

4. Параметры расчищаемого ложа в извилинах и излучинах обосновываются расчетом. Устанавливаются радиус кривизны (радиус поворота геометрической оси) и ширина русла с учетом гидравлично-морфометрических показателей потока на этих участках.

Для вычисления минимальных допустимых радиусов кривизны расчищаемого русла используется формула:

$$R = 0,0014 \cdot \sqrt{Q_p} / I, \quad (8.1)$$

где Q_p – руслоформирующий расход воды (принято среднееголетнее значение максимальных расходов за период половодья средних по водности лет, расходов, проходящих в пределах бровок русла), м³/с.

I – продольный уклон свободной поверхности при руслоформирующем расходе воды в излучинах русла рассчитывается по формуле:

$$I = \frac{v^2}{RC^2} \cdot \left(1 + 0,75 \sqrt{\frac{B}{r}} \right) \quad (8.2)$$

где v – скорость течения воды в излучине, м/с; R – гидравлический радиус, м; C – коэффициент Шези; B – ширина русла, м; r – радиус кривизны по продольной оси русла, м.

Ширина по урезу воды расчищаемого русла в излучинах при прохождении расчетного расхода должна удовлетворять условию:

$$B = K_z A \frac{Q^{0,5}}{I^{0,2}}, \quad (8.3)$$

где Q – расход воды (обеспеченностью 5% или среднемеженный), м³/с;

A – коэффициент устойчивости ширины русла (1,00 – 1,70);

I – продольный уклон водной поверхности;

K_z – коэффициент зависящий от изгиба русла в излучине (принимается равным от 0,50 до 0,75).

5. На участках расчистки, сопряженных с охранными зонами инженерных коммуникаций работы производятся с соблюдением особых требований (технических условий владельцев коммуникаций).

6. На участках водоемов, где на коренных берегах устраиваются технологические проезды и уступы, с них предварительно срезается растительный грунт и складывается за пределами прибрежной защитной полосы.

8.2. Методы и технология производства работ по расчистке водоемов

Проектные решения основаны на перечне рекомендованных для применения методов и технологий проведения водохозяйственных мероприятий, направленных на расчистку рек, водохранилищ и озер обеспечивающих восстановление их гидрологического и экологического режима.

Расчистку водоема в зависимости от его поперечных размеров, периода работ, наличия строительной техники и оборудования, стесненности условий и т.д. можно осуществлять механическим, комбинированным способами, а также методом гидромеханизации.

Главный принцип подбора потребной строительной техники для выполнения основных земляных работ по расчистке водоема механическим способом, заключается в выборе лидирующей (ведущей) машины из числа конкурирующих, сначала по соответствию рабочих параметров геометрическим размерам сооружений и паспортной производительности.

Затем подбираются в комплект другие машины. В окончательном варианте, по минимальным приведенным затратам, по эффективности, качеству и срокам подбирается комплект машин, участвующих в работе, отвечающий минимальным затратам на единицу объема работ.

Для обеспечения наиболее оптимальной технологии производства работ в проектах выполняют сравнительный анализ методов и средств их проведения. Как правило в таких работах задействованы следующие механизмы:

Землечерпательный снаряд, плавучая землеройная машина с черпаковым устройством для извлечения грунта из-под воды; один из типов судов технического флота. З. с. применяют в основном при дноуглубительных работах, для устройства подводных котлованов, добычи полезных ископаемых. В последнем случае на З. с. устанавливаются обогащительные устройства; такой З. с. называют драгой. Современные типы З. с.: одночерпаковый штанговый, грейферный, многочерпаковый. Грейферные З. с. (с трюмом для грунта) и морские многочерпаковые З. с. обычно самоходные.

Одночерпаковый штанговый З. с. представляет собой плавучий экскаватор с черпаком ёмкостью до 12 м^3 , иногда снабжается скалодробильным устройством. Предназначается главным образом для извлечения каменистых (тяжёлых) и засорённых грунтов. Перемещается при помощи подъёмных свай. Извлечённый грунт подаётся непосредственно в отвал или погружается в грунтоотвозную шаланду.

Грейферные З. с. имеют от 1 до 4 поворотных грейферных кранов. В зависимости от свойств грунта, подлежащего извлечению, и грузоподъёмности кранов применяют 2- или 4-створчатые грейферы ёмкостью $1\text{—}4 \text{ м}^3$. Грейферные З. с. приспособлены в основном для дноуглубительных работ у причалов; они перемещаются на тросах с помощью судовых лебёдок. Извлечённый грунт перевозится в собственном трюме или грунтоотвозной шаландой.

Многочерпаковый З. с. — машина непрерывного действия, извлекающая грунт черпаками ёмкостью до $1,2 \text{ м}^3$, соединёнными в замкнутую цепь; последняя охватывает 2 барабана, верхний из которых имеет привод. Перемещается снаряд при помощи судовых лебёдок. Производительность современных многочерпаковых З. с. при разработке лёгкого грунта достигает $1500 \text{ м}^3/\text{ч}$, тяжёлого — до $750 \text{ м}^3/\text{ч}$. Извлечённый грунт перемещается грунтоотвозными шаландами, грунтовыми насосами или конвейерными устройствами.

Технология по расчистке и углублению с использованием многочерпаковых земснарядов — является одной из самых дорогостоящих и требует мобилизации большого количества персонала, машин и механизмов, что в свою очередь оказывает более сильное влияние на экологическую ситуацию в данном районе по сравнению с другими технологиями производства работ.

Технология производства работ экскаватором или, экскаватором установленным на понтоне применима на отдельных участках русла, но требует сложной схемы раскрепления и передвижения экскаватора вдоль русла или по ложа водохранилища (организация вдоль водохранилища системы якорей для закрепления тросов, удерживающих и перемещающих понтон с экскаватором, сборка понтона, установка лебедки для перемещения понтона, установка и закрепление экскаватора на понтоне, разработка водной растительности и грунта с корневой системой одноковшовым экскаватором с понтона с перемещением понтона лебедками; разработанный грунт грузится в грузовой понтон (баржу), транспортировка грузовым мотокатером понтона к месту отвала грунта, перегрузка на берег), что в свою очередь приведет к значительному увеличению сроков и стоимости работ.

Расчистка способом гидромеханизации (земснарядом);

- расчистка плавучим многофункциональным дизельным снарядом (с ковшом типа - обратная лопата, грабли и т.д.);

- расчистка экскаватором (с ковшом типа – драглайн или – обратная лопата).

Использование земснаряда не во всех случаях возможна в силу следующих причин:

- невозможность применения земснаряда на достаточно протяженных участках реки, имеющих весьма ограниченные размеры, как в плане, так и по глубине (чрезвычайно узкие и мелкие участки);

- имеющийся опыт расчистки рек и водохранилищ земснарядом свидетельствует о чрезвычайно низкой эффективности данной технологии при удалении илистых глинистых и суглинистых отложений, которые при разработке взвешиваются водой и переносятся с одного участка на другой;

- низкая производительность и интенсивность засасывания донных отложений за счет весьма сильного «армирования» верхних слоев наносов корнями водной растительности, распространенной на заиленных водоемах;

- организационные соображения (трудность доставки и монтажа на стройплощадке) также не способствуют выбору земснаряда в качестве рабочего механизма;

- технически и экологически неоправданно создание илохранилищ (гидроотвалов) в черте населенных пунктов, а транспорт пульпы на специально отведенную площадку через жилые массивы в силу ее удаленности затруднен.

Как показывает практика подобных работ наиболее надежным и апробированным способом расчистки водных объектов являются **экскаваторные работы**. Однако, параметры водных объектов (в частности ширина акватории), рельеф береговой линии, инфраструктура населенного пункта часто не позволяют выполнить работы при помощи экскаватора на всем участке водоема, подлежащем расчистке.

Расчистка плавучим многофункциональным дизельным снарядом является современным, технологичным и экологически оправданным средством производства работ, предусматривающим минимальное воздействие на окружающую природную среду, в частности на береговую линию, а также весьма удобным в стесненных условиях работ.

Многофункциональный дизельный снаряд - универсальная машина, оснащенная различными специальными быстросменными насадками, что обеспечивает совмещение в одном агрегате нескольких однофункциональных машин и механизмов:

- экскаватора на понтонах (тип ковша – обратная лопата, емкостью 0,4 м³);
- буксирного судна;
- подъемного крана (максимальная грузоподъемность – 3 т);
- механизма для удаления водной растительности (грабли шириной 2,8 м и высотой 0,9 м).

Длина снаряда – 11 м, ширина – 3,3 м, масса – 17 т. Мощность двигателя – 120 кВт.

Расчистка водоема от илистого грунта многофункциональным дизельным снарядом осуществляется рабочим органом ковш - типа обратная лопата, емкостью 0,4 м³, длиной стрелы до 8 м и наибольшей глубиной копания до 5 м. Разработка проводится непосредственно на акватории, что является определяющим моментом с позиции сохранения ландшафта берегов и прибрежной части поймы водоема. Извлеченный из водоема илистый грунт перемещается несамоходной баржей-площадкой (типа ПР-25, грузоподъемность – 25 т, длина – 15 м, ширина – 5,5 м, осадка в грузу – 0,5 м, которая также может быть изготовлена на месте) к технологическим площадкам, где перегружается в автосамосвалы и транспортируется на отведенную площадку складирования грунтов.

Кроме этого не менее важной является возможность механизированной уборки акватории от погруженной и плавающей растительности насадкой типа грабли.

В тоже время, при значительных объемах работ по удалению илистых отложений продолжительность и стоимость их производства данным агрегатом будут существенно больше по сравнению с обычным экскаватором.

Учитывая вышесказанное, для осуществления намеченных мероприятий по длине

При расчистке водохранилища экскаватором, как правило, возникают ситуации, требующие индивидуального подхода в каждом конкретном случае производства работ. В частности, при крутых склонах берегов с недопустимыми уклонами для установки экскаваторов и движения автосамосвалов в проектах предусматривается устройство площадок (технологических уступов) и технологических берм с минимальной шириной 4,5 м. Пло-

щадки (уступы) образуются путем срезки грунта бульдозером и врезания площадки в откосы склона путем образования «банкета», а бермы путем отсыпки грунта, получаемого при разработке уступов вдоль ложа водохранилища.

На участках водоема с широкой акваторией и наличием топей работа экскаватора осуществляется с настилов - сланей, которые изготавливаются из брусков или бревен диаметром не менее 25 см, отдельные шириной 0,75-1,0 м и длиной 6,0 м, либо сплошные – шириной 4,0 м и длиной 6,0 м (предпочтительнее).

Экскаватор переходит на впереди положенные щиты, производит разработку грунта и по мере выработки сечения перемещается далее на щиты, а освобожденные сзади слани перебрасываются этим же экскаватором вперед по ходу его движения. Для удобства переброски слани-щиты имеют кольца, а на задней стенке ковша экскаватора приваренный крюк, на который навешивают стропы. После переброски щита стропы снимают. Расчистка предусматривается поперечным способом разработки русла экскаватором.

По окончании работ технологические уступы сохраняются, на них надвигается растительный грунт с последующим засевом многолетних трав.

Технологические бермы разбираются и вывозятся на площадку складирования грунта.

В подготовительный период на территории площадки производства работ в пределах отведенных границ земельного участка в соответствии с технологическим процессом производства работ необходимо устроить временные проезды по берегу, съезды к водному объекту, с площади которых срезается растительный грунт и складывается во временные кавальеры за пределами прибрежной защитной полосы.

Перед производством работ в водных объектах на глубоководных участках обязательным является проведение водолазного обследования дна на предмет наличия погребенного мусора.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Раскройте сущность первого и второго вариантов восстановления рек и водоемов.
- 2) Перечислите основные принципы проектирования очертаний русла?
- 3) Назовите основные механизмы, используемые в работах по расчистке водных объектов.
- 4) назовите положительные и отрицательные стороны использования различных видов техники

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.

б) дополнительная литература:

1. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

ЛЕКЦИЯ 9

ДЕПОНИРОВАНИЕ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

При отсутствии в РФ норм загрязненности донных отложений химическими веществами в соответствии с методикой «Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия», утверждённой Министерством природных ресурсов РФ от 30.11.1992 г. коэффициент донной аккумуляции (КДА) является определяющим показателем экологического состояния водного объекта.

Что касается качества донных отложений с позиций микробиологической безопасности, энтомологическому состоянию, радиоактивному загрязнению, а также токсиколого-гигиеническим показателям, проводятся лабораторные исследования сертифицированными организациями (например, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии по Саратовской области»), в результате чего составляются следующие протоколы:

1. протокол микробиологических исследований: по индексам бактерий группы кишечной палочки и энтерококков, патогенных бактерий (в т.ч. сальмонелл);
2. по протоколу паразитологических исследований: яйца, личинки гельминтов (жизнеспособные) и цисты патогенных кишечных простейших в донных отложениях веществ;
3. по протоколу энтомологических исследований – личинок и куколок синатропных мух в донных отложениях веществ;
4. по протоколу радиологических исследований – удельная эффективная активность радионуклидов в пробах донных отложений веществ;
5. по токсиколого-гигиеническим показателям (биотестирование на гидробионтах и фитогидробионатах) безвредны для окружающей природной среды.

В соответствие с уровнем загрязнения донным отложениям присваивается класс и категория отходов, после чего принимается решение о возможном их размещении или утилизации.

Депонирование (складирование) донных отложений, содержащих загрязняющие вещества, в каждом конкретном случае имеет определенную специфику в зависимости от способа производства земляных работ (механизированный или гидромеханизированный способы) и их физико-механических свойств. Наиболее трудоемкий процесс депонирования загрязненных донных отложений, гранулометрический состав которых представлен в основном мелкими фракциями органо-минеральных частиц, по сравнению с депонированием крупнозернистого материала. В данном разделе рассмотрен процесс депонирования донных отложений, представленных мелкими фракциями органо-минеральных частиц (минеральные илы и зольные сапропели) в зависимости от способа их разработки. Минеральные илы и зольные сапропели в естественном сложении обладают сравнительно слабой текучестью и низкой пластичностью. При производстве земляных работ механизированным способом микроструктура донных отложений изменяется незначительно, что позволяет утилизировать их в илохранилища-отвалы, формируемые на берегу водного объекта, располагая их относительно дневной поверхности в полувыемке (рисунок 7).

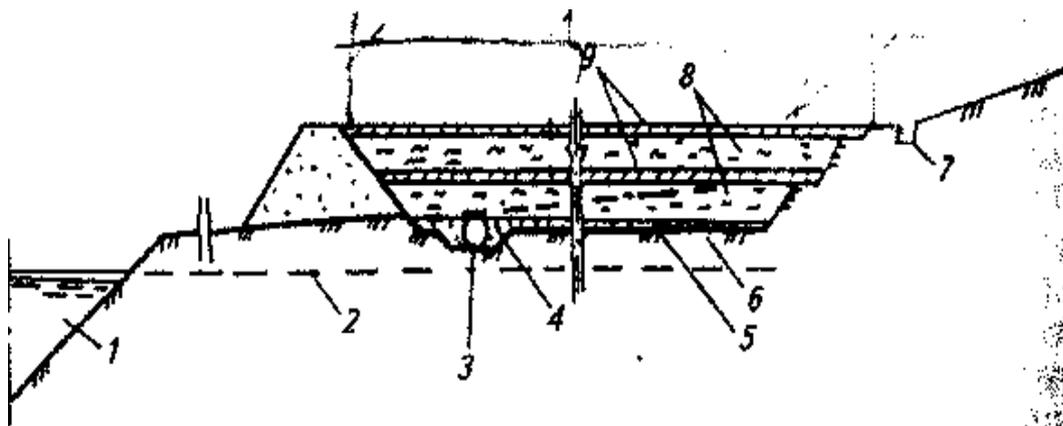


Рисунок 7. Схема складирования донных отложений, содержащих загрязненные вещества, в отвал:

1 - очищаемый водоем; 2- уровень грунтовых вод; 3 - дренажная труба; 4 - дренажная траншея; 5 - пластовый дренаж; 6 - водоупорное основание водохранилища; 7- водоотводная канава (нагорный канал); 8 - донные отложения; 9 - изоляционные слои минерального грунта.

При разработке донных отложений резанием в опорожненном водном объекте или черпанием из-под воды заменяется их макроструктура, но сохраняется сравнительно высокая природная влажность. Благодаря высокой влажности и большому содержанию органики донные отложения имеют сравнительно низкие прочностные показатели и, как следствие, — слабую несущую способность, поэтому загружают доставляемые из очищаемого водного объекта донные отложения в илохранилище поярусно (с высотой каждого яруса 2,..2,5 м) и последующей изоляцией каждого слоя несвязным или малосвязным минеральным грунтом (толщиной 0,25...0,5м). Толщина изоляционного слоя зависит от содержания в депонируемых дойных отложениях органического вещества (чем больше зольность, тем тоньше слой изоляции). Это обеспечивает проходимость строительной техники при производстве работ и повышает несущую способность нагружаемого илохранилища в целом. Поэтому илохранилище устраивают в полувыемке. Отметка заглубления илохранилища определяется потребностью в минеральном грунте, используемом для строительства ограждающих дамб, послойной изоляции укладываемых донных отложений и уровнем грунтовых вод, который должен быть на 1 м и более ниже днища илохранилища.

В процессе заполнения илохранилища за счет выпадения атмосферных осадков образуется избыточная влага, постепенно скапливающаяся в его основании, образуя токсичный фильтр. Поэтому для исключения загрязнения поверхностных и грунтовых вод необходимо учитывать водопроницаемость основания илохранилища. Основание днища илохранилища должно иметь слой глинистого грунта толщиной не менее 0,5 м с коэффициентом фильтрации не более 10^{-5} см/с (0,0086 м/сут) или противofильтрационный экран.

Перед устройством противofильтрационного экрана основание илохранилища предварительно выравнивают и планируют с небольшим уклоном в сторону дренажной траншеи. По верху изолирующего слоя укладывают защитный (переходный) слой грунта толщиной не менее 0,2 м. Сверху защитного слоя отсыпают фильтрующий слой из зернистого материала для пластового дренажа. Последний соединяют с дренажной траншеей, устраиваемой вдоль длинной стороны илохранилища. На дне дренажной траншеи укладывают перфорированную трубу с уклоном в

сторону резервуара-накопителя, устраиваемого за пределами илохранилища, из которого периодически откачивают фильтрат в автоцистерну для отправки на очистные сооружения.

Из очищаемого водоема донные отложения природной влажности доставляют в илохранилище на временные разгрузочные площадки, в качестве временных разгрузочных площадок используют подготовленное днище илохранилища или верх изолированного минеральным грунтом яруса.

Ярусы заполняют отдельными картами. Ширину каждой карты назначают равной максимальному радиусу выгрузки экскаватора. Длину карты принимают равной длине илохранилища. Вначале карту загружают донными отложениями, а затем засыпают изолирующим слоем минерального грунта.

Минеральный грунт из временных отвалов, сформированных из грунта, ранее вынутого в основании илохранилища, доставляют зону действия одноковшового экскаватора, с помощью которого его отсыпают поверху в пределах карты утилизируемых донных отложений.

После заполнения первого яруса в той же последовательности загружают второй и последующие, заполняя илохранилище до проектных отметок.

После заполнения илохранилища до проектных отметок его перекрывают кровлей, состоящей из противофильтрационного глиняного экрана толщиной не менее 0,5 м, укладываемого по верху последнего яруса складированных донных отложений. Далее по верху противофильтрационного экрана укладывают слои: фильтрующий 0,2...0,3 м; переходный по 0,1 м два слоя: первый потенциально плодородного грунта 0,1 ...0,3 м, плодородный слой почвы не менее 0,15 м. С целью исключения эрозионных процессов поверхность илохранилища и откос ограждающей дамбы засевают дернообразующими травами.

При очистке водных объектов гидромеханизированным способом структура донных отложений полностью разрушается, образуется пульпа с соотношением 10...15 м³ воды на 1 м³ донных отложений, состоящая из продуктов заиления, загрязняющих веществ и воды. Депонирование подобного материала требует специальных организационно-технологических решений.

Для лучшего осаждения загрязненных донных отложений был предложен способ намыва в гидроотвал, поделенный продольными перегородками на секции (не менее 3) (рисунок 8).

Каждая секция была оборудована индивидуальными отводами от распределительного пульпопровода с задвижкой и колодцем для сброса осветленной воды. Заполняли гидроотвал донными отложениями по очереди, наполняя каждую секцию пульпой, подаваемой от землесосного снаряда производительностью 1200 м³/ (по воде) при закрытых сбросных колодцах. Одну секцию заполняли в течение суток, в двух других секциях, заполненных ранее грунт осаждался в неподвижной воде. Сбрасывали осветленную воду с малым расходом после отстоя пульпы в течение 24...48ч, освобожденные от отстоявшейся пульпы секции после слива осветленной воды вновь по очереди заполняли пульпой. При такой технологии намыва загрязненных донных отложений достигалось достаточно хорошее депонирование донных отложений и сорбируемых ими загрязняющих веществ. Сбрасывать осветленную воду в очищаемый водный объект желательно не сразу, а пропуская через биоплато, устраиваемое на берегу невдалеке от гидроотвала

Основной недостаток данного способа- постоянная необходимость маневрирования шандорами водосбросных сооружений, как в период заполнения секции пульпой, так и при сбросе из них осветленной воды.

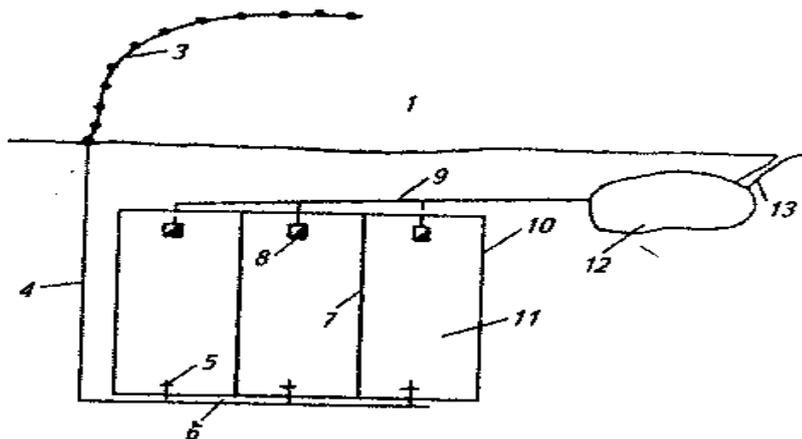


Рисунок 8. Схема намыва загрязненных донных отложений в систему параллельных секций гидроотвала

1- очищаемый водный объект; 2-земснаряд; 3-плавучий пульпопровод; 4- магистральный пульпопровод; 5- сливной патрубок с задвижкой; 6- распределительный пульпопровод; 7- внутренние перегородки; 8- сбросной колодец; 9- траншея для отвода осветленной воды; 10- дамбы обвалования отстойника; 11- параллельные секции; 12- биоплато; 13- соединительный канал.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Какие протоколы составляют по результатам исследования донных отложений?
- 2) Что такое депонирование донных отложений?
- 3) Приведите схему складирования загрязненных донных отложений.
- 4) Где предпочтительнее устраивать илохранилища?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.
2. **Сметанин В.И.** Восстановление и очистка водных объектов. М.: Колос, 2003. – 157 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).

б) дополнительная литература:

1. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

ЛЕКЦИЯ 10

ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Состав и содержание разделов проектной документации при восстановлении водных объектов представляется в соответствии с ст. 47, 48 Градостроительного кодекса РФ и постановления Правительства РФ от 16.02.2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию», а также следующих нормативных документов:

- Водный кодекс РФ от 03.06.2006 № 74-ФЗ;
- СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения», Госстрой РФ, 1996 г.;
- СП 33-101-2003 «Определение основных гидрологических характеристик», Госстрой России М., 2004 г.;
- СНиП 2.06.15-85 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления», Госстрой СССР, 1986 г.;
- Постановление Правительства РФ № 315 от 26.04.2008 г. «Об утверждении положения о зонах охраны объектов культурного наследия...»;
- «Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства», утв. Приказом министерства природных ресурсов и экологии РФ № 87 от 13 апреля 2009 г.;
- «Методика оценки вероятного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий»: ФГУП «ВИ-ЭМС, Москва 2006 г.;
- Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. Санкт-Петербург, НИИ Атмосфера, 2002 г.;
- СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения. Основания и фундаменты», Госстрой СССР, 1987 г.;
- СНиП 2.05.11-83 «Внутрихозяйственные автомобильные дороги», Госстрой СССР, 1984 г.;
- СНиП 12-01-04 «Организация строительства», Госстрой РФ, 2005 г.;
- МДС 12-81.2007. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ (к СНиП 12-01-04), ЦНИИ-ОМТП, М, 2007 г.;
- СНиП 3.01-04-87 «Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов», Госстрой СССР, 1988 г.;
- СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве», часть I, II, Госстрой РФ, 2001 г.;
- СП 12-136-2002 «Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ», Госстрой РФ, 2003 г.;
- ППБ 01-03 «Правила пожарной безопасности в Российской Федерации», приказ МЧС России № 313 от 18.06.2003 г.;
- ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ «Пожарная безопасность. Общие требования», Госстандарт РФ, 1993 г.;
- Пособие к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды», Госстрой РФ, 2000 г. и др.

Кроме этого, учитываются виды причинения вреда водным объектам вследствие нарушения водного законодательства Российской Федерации, в том числе следующие статьи Водного кодекса:

- загрязнение водных объектов с судов нефтью, вредными веществами, сточными водами или мусором (пункт 5 части 5 статьи 36 Водного кодекса);

- загрязнение водных объектов в результате сброса сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты, содержащие природные лечебные ресурсы, или отнесенные к особо охраняемым водным объектам (часть 2 статьи 44 Водного кодекса);

- загрязнение водных объектов в результате сброса сточных вод и (или) дренажных вод в водные объекты, расположенные в границах зон санитарной охраны источников питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; первой, второй зон округов санитарной (горно-санитарной) охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов; рыбоохранных зон, рыбохозяйственных заповедных зон (часть 3 статьи 44 Водного кодекса);

- засорение водных объектов в результате сплава древесины (статья 48 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение водных объектов в результате сброса в водные объекты и захоронение в них отходов производства и потребления, в том числе выведенных из эксплуатации судов и иных плавучих средств (их частей и механизмов) (часть 1 статьи 56 Водного кодекса);

- загрязнение водных объектов вследствие аварий и иных чрезвычайных ситуаций (часть 3 статьи 56 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение водных объектов радиоактивными веществами, пестицидами, агрохимикатами и другими опасными для здоровья человека веществами и соединениями вследствие превышения соответственно предельно допустимых уровней естественного радиационного фона, характерных для отдельных водных объектов, и иных установленных в соответствии с законодательством Российской Федерации нормативов (часть 4 статьи 56 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение водных объектов в результате захоронения в них ядерных материалов и радиоактивных веществ (часть 5 статьи 56 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение водных объектов в результате сброса в них сточных вод, содержание в которых радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений превышает нормативы допустимого воздействия на водные объекты (часть 6 статьи 56 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение водных объектов радиоактивными и (или) токсичными веществами в результате проведения на водных объектах взрывных работ (часть 7 статьи 56 Водного кодекса);

- загрязнение и засорение болот отходами производства и потребления, загрязнение их нефтепродуктами, ядохимикатами и другими вредными веществами (часть 1 статьи 57 Водного кодекса);

- ухудшение состояния неиспользуемых частей болот, других водных объектов и истощение вод вследствие осушения либо иного использования болот или их частей (часть 2 статьи 57 Водного кодекса);

Основой для разработки мероприятий по рекультивации земель являются следующие главы Земельного кодекса Российской Федерации: глава I «Общие положения», статья 7; статья 8; глава II «Охрана земель», статьи 12 и 13; глава V «Возникновение прав на землю», статьи 31 и 32; глава XIV «Земли сельскохозяйственного назначения».

При разработке мероприятий по рекультивации земель учитываются требования Федерального закона РФ «Об охране окружающей среды». В проектах предусматриваются ме-

ры по рекультивации нарушенных земель, возмещение вреда окружающей среде, причиненного в процессе строительства.

В соответствии со ст. 13 Земельного кодекса РФ, постановлением Правительства Российской Федерации от 23 февраля 1994 года № 140 и другими федеральными нормативными правовыми актами, все юридические лица, проводящие работы, связанные с нарушением земной поверхности обязаны осуществлять рекультивацию нарушенных земель.

Категория земель, в месте проведения работ, по целевому назначению подразделяется на основании статьи 7 «Состав земель в Российской Федерации».

Понятие и состав земель сельскохозяйственного назначения дано в главе XIV «Земли сельскохозяйственного назначения». В проекте выбрано сельскохозяйственное направление рекультивации земель.

Требования для рекультивации земель содержатся в постановлении Правительства РФ «О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы» от 23 февраля 1994 г. № 140 и в «Основных положениях о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы», утвержденных приказом Минприроды РФ и Госкомзема от 22 декабря 1995 г. № 525/67.

Рекультивации подлежат нарушенные земли всех категорий при проведении работ с нарушением почвенного покрова. Строительные подрядные организации, проводящие работы, связанные с нарушением почвенного покрова, обязаны снимать, хранить и наносить плодородный слой почвы (ПСП) на рекультивируемые земли. Запрещается использовать ПСП для устройства перемычек, подсыпок временных земляных сооружений.

Рекультивация для подрядной организации на территории размещения временных инвентарных помещений, после их демонтажа, заключается в проведении технической рекультивации - в уборке и вывозе бытовых отходов для утилизации; планировке территории, подъездов.

Работы по рекультивации осуществляются за счет средств предприятия, нарушившего землю. Работы по рекультивации проводятся в теплое время года. Решение о снятии плодородного слоя почвы (ПСП) и нормы его снятия принимают исходя из показателей состава и свойств ПСП в соответствии с ГОСТ 17.4.302-85 и ГОСТ 17.5.3.06-85.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Приведите основные нормативные документы, регламентирующие деятельность по восстановлению водных объектов.
- 2) Назовите основные нормативные документы по рекультивации земель.
- 3) Согласно каким нормам устанавливается состав и содержание разделов проектной документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

3. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.

б) дополнительная литература:

2. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.

ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

11.1. Водоохранная зона и прибрежная защитная полоса

Выделение границ водоохранных зон (ВЗ) и границ прибрежных защитных полос (ПЗП) осуществляется на основании статьи 65 Водного кодекса Российской Федерации от 3 июня 2006 г. №74-ФЗ, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 10 января 2009 г. №17 «Об утверждении Правил установления на местности границ водоохранных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов».

В соответствии с Водным Кодексом РФ водоохранными зонами являются территории, которые примыкают к береговой линии морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и на которых устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления указанных водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира.

В границах водоохранной зоны устанавливается специальный режим хозяйственной и иных видов деятельности с целью предотвращения загрязнений, засорения, заиления и истощения водных объектов, а также сохранение среды обитания объектов животного и растительного мира.

Ширина ВЗ морей, рек, ручьев, каналов, озер, водохранилищ и ширина их прибрежной защитной полосы за пределами территорий городов и других поселений устанавливаются от соответствующей береговой линии. При наличии ливневой канализации и набережных границы прибрежных защитных полос этих водных объектов совпадают с парапетами набережных, ширина водоохранной зоны на таких территориях устанавливается от парапета набережной.

Ширина водоохранной зоны рек или ручьев устанавливается от их истока для рек или ручьев протяженностью:

- 1) до десяти километров - в размере пятидесяти метров;
- 2) от десяти до пятидесяти километров - в размере ста метров;
- 3) от пятидесяти километров и более - в размере двухсот метров.

Ширина водоохранной зоны озера, водохранилища, за исключением озера, расположенного внутри болота, или озера, водохранилища с акваторией менее 0,5 квадратного километра, устанавливается в размере пятидесяти метров.

В границах водоохранных зон запрещаются:

- 1) использование сточных вод для удобрения почв;
- 2) размещение кладбищ, скотомогильников, мест захоронения отходов производства и потребления, радиоактивных, химических, взрывчатых, токсичных, отравляющих и ядовитых веществ;
- 3) осуществление авиационных мер по борьбе с вредителями и болезнями растений;
- 4) движение и стоянка транспортных средств (кроме специальных транспортных средств), за исключением их движения по дорогам и стоянки на дорогах и в специально оборудованных местах, имеющих твердое покрытие.

В границах водоохранных зон допускаются проектирование, размещение, строительство, реконструкция, ввод в эксплуатацию, эксплуатация хозяйственных и иных объектов при условии оборудования таких объектов сооружениями, обеспечивающими охрану водных объектов от загрязнения, засорения и истощения вод в соответствии с водным законодательством и законодательством в области охраны окружающей среды.

В пределах водоохраной зоны по берегу реки выделяется прибрежная защитная полоса (ПЗП) шириной 30,40,50 метров, на территории которой ограничивается или полностью запрещается хозяйственная деятельность. Проводятся, в основном, организационно-хозяйственные, агролесомелиоративные и агротехнические мероприятия, направленные на уменьшение эрозии и предотвращающие загрязнение.

В границах ПЗП запрещаются:

- 1) распашка земель;
- 2) размещение отвалов размываемых грунтов;
- 3) выпас сельскохозяйственных животных и организация для них летних лагерей, ванн.

Лица, виновные в нарушении использования территории водоохраных зон и прибрежных защитных полос, несут ответственность в соответствии с действующим законодательством.

Границы ВЗ и ПЗП закрепляются на местности путем установки специальных информационных знаков в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации «Об утверждении правил установления на местности границ водоохраных зон и границ прибрежных защитных полос водных объектов» от 10.01.2009г. №17.

11.2. Мероприятия по рекультивации земель при осуществлении работ по расчистке водных объектов

На площадях, отводимых под технологические проезды, временные разделочные площадки (нижние склады) древесно-кустарниковой растительности, отвал грунта и строительные площадки, предусматривается проведение работ по рекультивации почвенно-растительного слоя.

Мероприятия по охране земель проводятся на основе комплексного подхода к угольям как к сложным природным образованиям с учетом их зональных и региональных особенностей.

Рекультивация, требующая восстановления плодородия почв, осуществляется последовательно в два этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации на участке работ предусматривает снятие плодородного слоя почвы с площади временных проездов и площадок и его складирование за пределами прибрежной защитной полосы.

Технический этап рекультивации предусматривает снятие, планировку и нанесение плодородного слоя почвы. Техническая рекультивация земельных участков осуществляется бульдозером мощностью 108 л.с.

Временные кавальеры складирования ПСП исключают его подтопление, загрязнение промышленными отходами, твердыми предметами, камнем, щебнем, галькой, строительным и т.п. мусором.

Основной задачей проведения технического этапа рекультивации земель является сохранение плодородного слоя почвы, нарушаемого при проведении строительных работ. Комплекс мероприятий по технической рекультивации должен быть направлен на сохранение плодородного слоя почвы, предотвращение деграционных процессов в нарушенных почвах и создание условий для их быстрого восстановления.

При снятии, складировании и хранении плодородного слоя почвы должны быть приняты меры, исключающие ухудшение его качества (смешивание с минеральным грунтом, загрязнение и пр.), а также размыв и выдувание.

После выполнения всех указанных работ участок считается подготовленным для проведения следующего этапа рекультивации земель – биологического.

Биологический этап рекультивации земель включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на улучшение агрофизических, агрохимических, биохимических и других свойств почвы для восстановления почвенного плодородия, нарушенного в процессе производства работ.

Осуществление биологического этапа рекультивации земель проводят по окончании работ технического этапа, который предусматривает возвращение ранее снятого ПСП с площадок складирования (из временных отвалов) на спланированную поверхность после завершения планировочных работ.

Биологический этап рекультивации зависит от технического этапа рекультивации, мощности плодородного слоя и его структуры, агрохимических и водно-физических свойств пород.

В ходе биологического этапа рекультивации настоящим проектом предусматривается культуротехнический способ биологической рекультивации плодородного слоя почвы. На площади 4,13 га (на отвале грунта биологическая рекультивация не предусматривается) после возвращения ПСП на прежнее место и его разравнивания будут произведены вспашка, боронование и посев луговых трав. В проекте рекомендованы злаковые многолетние травы (овсяница луговая, пырей безкорневищный, костер безостый, клевер красный). Данные растения (рыхлокустовые злаки) холодостойкие, засухоустойчивые, хорошо отрастают после скашивания и сжатия, в травостое держатся до десяти лет.

Рекомендуемые многолетние травы накапливают в почве много органического вещества, разрыхляют ее, повышают ее устойчивость к водной и ветровой эрозии.

Виды трав посева и их возможное сочетание соответствует рекомендуемой зональной системой земледелия в данной географической зоне. Травы местного происхождения более приспособлены к местным почвенно-климатическим условиям, поэтому более устойчивы к неблагоприятным воздействиям. Высеваемые травы обладают способностью быстро создавать сомкнутый травостой и прочную дернину, устойчивую к смыву.

Семена трав, предназначенные для посева, должны соответствовать требованиям стандарта и по посевным качествам быть не ниже II класса. Глубина заделки семян многолетних трав в почву в зависимости от вида трав и величины семян на глинистых почвах составляет от 0,5 до 1,0 см.

Рекомендуемые сроки посева - начало момента поспевания почвы и окончание - за 3 - 4 недели до наступления осенних заморозков, чтобы уже в год посева травы хорошо укоренились и раскустились.

Вспашка и боронование рекультивируемых поверхностей осуществляется трактором на пневмоколесном ходу 59 кВт (80 л.с.). Посев многолетних трав проводится тракторной сеялкой, цепляемой к тракторам на пневмоколесном ходу 59 кВт (80 л.с.), после чего посева прикатываются легкими катками. Катки рекомендуется использовать прицепные кольчатые весом до 1 т. На склоновых участках недоступных для использования обычной почвообрабатывающей и посевной техники, рекомендуется гидропосев.

Контроль за качеством и своевременностью выполнения работ по рекультивации нарушенных земель и восстановлению их плодородия, снятием, сохранением и использованием плодородного слоя почвы осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор) и другими специально уполномоченными органами в соответствии с их компетенцией, определяемой Положениями об их деятельности.

За порчу и уничтожение плодородного слоя почвы, невыполнение или некачественное выполнение обязательств по рекультивации нарушенных земель, несоблюдение правил и норм при проведении работ, связанных с нарушением почвенного покрова, юридические должностные и физические лица несут административную, уголовную и дисциплинарную ответственность, установленную действующим законодательством.

Возмещение вреда, причиненного проведением работ, связанных с нарушением почвенного покрова, невыполнением или некачественным выполнением рекультивации земель, производится добровольно, либо по решению суда или арбитражного суда по искам потерпевшего или Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор).

11.3. Определение ущерба от загрязнения водного объекта

Вероятностный ущерб от ухудшения экологического состояния водных объектов определяется в соответствии с «Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства», утв. Приказом министерства природных ресурсов и экологии РФ № 87 от 13 апреля 2009 г., как наиболее адекватно отражающей современную сложившуюся ситуацию.

Вероятностный ущерб от ухудшения экологического состояния водохранилища определен от суммарного загрязнения водоема взвешенными веществами и загрязнения (засорения) водного объекта мусором.

В соответствии с п. 19 раздела II методики, стоимость прогнозного ущерба от загрязнения водотока взвешенными веществами определится по формуле:

$$U_{вв} = K_{вг} \times K_{в} \times K_{ин} \times N_{взв}, \quad (11.1)$$

где: $U_{вв}$ - размер вреда, причиненного водным объектам загрязнением взвешенными веществами, млн. руб.;

$K_{вг}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические особенности в зависимости от времени года;

$K_{в}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы.

$K_{ин}$ - индекс-дефлятор.

$N_{взв}$ – таксы для исчисления размера вреда, причиненного водному объекту загрязнением взвешенными веществами (определяется по пропорции осевших взвешенных наносов по результатам иловой съемки).

В соответствии с п. 16 раздела II методики, стоимость прогнозного ущерба от загрязнения водотока загрязнения (засорения) водного объекта мусором определится по формуле:

$$U_{м} = K_{вг} \times K_{в} \times K_{ин} \times K_{загр} \times N_{загр} \times S, \quad (11.2)$$

где: $U_{м}$ - размер вреда, причиненного водным объектам загрязнением взвешенными веществами, млн. руб.;

$K_{вг}$ – коэффициент, учитывающий природно-климатические особенности в зависимости от времени года.

$K_{в}$ – коэффициент, учитывающий экологические факторы.

$K_{ин}$ - индекс-дефлятор.

$K_{загр}$ – коэффициент, учитывающий загрязненность акватории водного объекта мусором;

$N_{взв}$ – такса для исчисления размера вреда, причиненного водным объектам загрязнением (засорением) мусором, отходами производства и потребления.

Экономическая эффективность вложений в мероприятие по расчистке водных объектов (Эн) определяется отношением суммарного прогнозного ущерба (Y) за вычетом эксплуатационных издержек на содержание и обслуживание объектов инженерной защиты (I_n) к капитальным вложениям (K_n), обеспечивающим получение этого результата:

$$\text{Эн} = \frac{Y - I_n}{K_n} \quad (11.3)$$

Срок окупаемости ($T_{ок}^H$) вложений в реализацию мероприятий по расчистке водных объектов определяется по формуле:

$$T_{ок}^H = \frac{K^H}{Y_{пр}^H - I^H} \quad (11.4)$$

Все необходимые для расчетов коэффициенты, входящие в выражения (11.1, 11.2) определяются по специальным приложениям, указанной методики.

Вопросы для самоконтроля

- 1) Что такое водоохранная зона и как она назначается?
- 2) Что такое прибрежная защитная полоса и как она назначается?
- 3) Что ограничивает ВЗ и ПЗП?
- 4) Что включает технический этап рекультивации земель?
- 5) Что включает биологический этап рекультивации земель?
- 6) Приведите основные выражения по оценке ущерба от загрязнения водного объекта?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. **Кожемяченко И.В., Бондаренко Ю.В., Хрястов Ю.П., Афонин В.В., Ткачев А.А.** Восстановление и охрана малых рек: Учебное пособие/ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – 66 с.

б) дополнительная литература:

1. **Бондаренко Ю.В., Афонин В.В.** Справочник терминов и определений по водному хозяйству. Справочник- пособие. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2009. – 176 с.
2. «Методика исчисления размера вреда, причиненного водным объектам вследствие нарушения водного законодательства», утв. Приказом министерства природных ресурсов и экологии РФ № 87 от 13 апреля 2009 г.;
3. - «Методика оценки вероятного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий»: ФГУП «ВИЭМС, Москва 2006 г.;