# Рейн используют бережно

  Как в России о Волге говорят «матушка», так в Германии существует выражение «отец-Рейн». О нем сложено множество песен, баллад, стихов, в том числе знаменитая легенда о коварной красавице-нимфе Лорелее, которая, сидя на прибрежном утесе, своим волшебным пением усыпляла бдительность моряков, отчего суда разбивались на порогах и тонули в бурных водах Рейна. По легенде, утес находился у крутой извилины реки, вблизи города Бахарах. Здесь до регулирования Рейна действительно часто происходили крушения. Так что легенда не беспочвенна, она отражает крутой нрав Рейна.

Рейн берет начало в Швейцарских Альпах и течет с юга на север по территориям 8 стран. Длина реки 1320 км, плoщадь водосбора 185 тыс. км2. По берегам Рейна проживают более 50 млн человек, что свидетельствует об исключительной важности этой водной артерии для прибрежных стран и о высокой антропогенной нагрузке в бассейне. Основные притоки: Ааре, Майн, Мозель, Некар, Рур. Рейн принято делить на альпийский (до Боденского озера), горный (до Базеля), верхний (до Бингена), средний (до Бонна) и нижний (до устья в Голландии).

Рейн вдохновлял не только поэтов, но и художников. Так, художник Бирман в 1840 г. создал прекрасное полотно, запетчатлевшее величественную реку. Специалисты же смогли по ней судить о том, как тогда выглядел Рейн: русло со множеством рукавов и островов.  
На рубеже XVIII в. в Германии наблюдался резкий подъем во всех областях экономики. Интенсивно развивавшемуся сельскому хозяйству требовались новые площади, все больше людей селились на берегах. Бурно развивалось и судоходство по Рейну. Всему этому мешали частые и опустошительные наводнения. До устройства на берегах противопаводковых дамб по меньшей мере раз в год прибрежные города, поселки и сельхозугодья оказывались под водой. Доходило до курьезов. В средние века из-за частых наводнений и размыва русла город Брайзах на юге Германии периодически оказывался то на одном, то на другом берегу, что приводило даже к пограничным конфликтам. Для уменьшения ущерба от наводнений, улучшения условий судоходства и снижения заболеваемости малярией в 1806 г. был предложен грандиозный для того времени проект — регулирование русла Рейна на участке от Базеля до Бингена.

Претворил его в жизнь выдающийся инженер-гидротехник И.Г. Тулла, использовавший невиданную технологию выемки грунта — это делала сама река, направляемая в специально устроенные траншеи. Чтобы спрямить русло, излучины соединялись прорезями, которые потоком размывались до проектной ширины. В итоге, в 1824–1848 гг. верхний Рейн спрямили дамбами обвалования. Иными словами, река стала каналом (трапециевидным в сечении) шириной 220 м и глубиной 2,5–2,8 м. Осуществилась вековая мечта крестьян — их земли больше не заливало в паводки, не пропадали урожаи, не погибал скот. Перестало страдать население и от малярийного комара. Не меньше крестьян радовались и судовладельцы — исчезли опасные пороги и стремнины. За это свершение еще при жизни Туллы во многих городах Германии ему поставили памятники. Последствий регулирования Рейна тогда еще никто не предвидел.

Рейн — важнейший источник возобновляемой и экологически чистой энергии для многих стран. Верховья Рейна — колыбель гидроэнергетики в Европе. Здесь в 1880 г. построена ГЭС Рейнфельден — одна из старейших в мире, действующая и поныне. На Рейне возведен каскад гидроузлов из 21 ГЭС. Из них 11 — в германо-швейцарской, а 10 — в германо-французской концессиях. Все гидроузлы низконапорного типа (рабочий напор на турбинах 11–16 м). Общая мощность германо-французских гидроузлов 1400 MВт (примерно как у Чебоксарской ГЭС). Годовая выработка электроэнергии составляет 8,6 млрд кВт·ч (70% подается в Германию). На более старых ГЭС используются вертикальные турбины Каплана (поворотно-лопастные), а на построенных в 1960–1970-х годах — горизонтальные, которые из-за малых рабочих оборотов не повреждают попавшую сюда рыбу.  
Энергетическая сеть Германии входит в Единую энергетическую сеть ЕС. Управляют ею из центральной диспетчерской, находящейся в местечке Кюмоос. Диспетчерская может работать в автоматическом режиме и позволяет оперативно регулировать напряжение и частоту в сети, переключать и разгружать перенапряженные сети, быстро выявлять аварийные ситуации и оперативно их устранять (последнее особенно важно, ибо позволяет снизить число аварий с тяжелыми экологическими последствиями). Диспетчерская оснащена компьютерной техникой и современными средствами наблюдения, автоматизации и телемеханики. Так, связь со всеми электростанциями при аварии или отказе обеспечивается по телефонному кабелю, через спутник и Интернет. В связи с высокой плотностью населения и предприятий с 1930-х годов резко ухудшились качество воды в Рейне и экологическая ситуация в целом. Это во многом усугублялось авариями на многочисленных химических предприятиях, расположенных в прибрежных зонах. Поэтому в 1950 г. по инициативе Германии и Голландии была создана Международная комиссия по защите Рейна, в которую вошли представители всех приграничных государств. Ее резолюции были направлены в основном на обеспечение экологической безопасности в бассейне и прекращение сбросов промышленных стоков в Рейн и оказались услышанными правительствами.

В 1960–1970-х годах предприятия начинают создавать системы промышленного водопользования замкнутого типа и устройства для очистки промышленных стоков. Используются при этом главным образом безотходные технологии. Одна из них — обжиг твердых остатков (продуктов очистки стоков) и их дальнейшая утилизация, например, в цементной промышленности. Горючие газы, выделяемые при очистке стоков, служат для выработки электроэнергии. Все это быстро сказалось на качестве воды в Рейне. К 1985 г. соли тяжелых металлов практически перестали поступать в реку. С 1990 г. не попадают в воду и такие опасные для всего живого вещества, как хром, никель, медь, диоксины, дихлофос и т. п. Конечно, комиссии пришлось преодолевать и серьезные трудности. Связаны они были в основном с различием стандартов отдельных стран по качеству воды. Скажем, в Германии требования к чистоте воды были строже, чем во Франции, откуда в Рейн поступала менее очищенная вода. Ныне эти различия практически устранены. Для ведения непрерывного экологического мониторинга в бассейне создана сеть экологического оповещения, оснащенная по последнему слову техники, для тщательного контроля качества воды. В Германии мониторинг осуществляется не только в бассейне Рейна, но и на всей территории страны, которая в соответствии с водным законодательством разделена на зоны ведения наблюдений. Это позволяет уже на ранних стадиях определить источники загрязнения воды, быстро их локализовать и устранить. Мониторинг водных источников и их водосборов проводится в тесном взаимодействии с водной полицией, которая обладает исключительными правами контроля предприятий, использующих воду из природных источников.  
С точки зрения судоходства, Рейн — самая загруженная река мира (более 40 млн т грузов в год). В среднем течении (у Страсбурга) проходят до 120 судов в день. Для обеспечения судоходства все гидроузлы оборудованы судоходными шлюзами, способными пропускать одновременно до 4 барж общей грузоподъемностью 8,8 тыс. т (шлюзование занимает не более 20 мин.). В 1987 г. комиссия приняла программу дальнейшего улучшения состояния реки. Основная ее цель — постепенное восстановление пойменных земель, а также флоры и фауны в том многообразии, которое было здесь до сооружения противопаводковых дамб. Особое значение придается восстановлению стада рейнского лосося, снискавшего заслуженную славу из-за отменных вкусовых качеств (еще римские императоры отправляли за ним на Рейн гонцов). Для этого на всем протяжении реки построили новые и модернизировали существовавшие рыбопропускные сооружения. На двух ГЭС Рейнского каскада возвели самые большие в Европе рыбоходы лестничного типа. Результаты не замедлили сказаться — лосось вернулся в реку не к 2000 г., как предполагали ихтиологи, а уже в 1995 г.

Одним из негативных последствий регулирования русла стало уменьшение площади поймы на участке от Базеля до Карлсруэ почти на 60%. По этой причине осложнилась паводковая ситуация ниже по течению. Особенно остро это ощущается в устьях притоков (пики паводков на Рейне и притоках почти совпадают по времени). Поэтому в многоводные годы отмечается затопление крупных городов в нижнем течении (Кельн, Бонн, Кобленц и др.). Программа возрождения Рейна поможет противостоять и этому: реке возвращают пойму. Комиссия предлагает в ближайшие десятилетия восстановить весь ранее зарегулированный участок Рейна в тех очертаниях, которые река имела до 1816 г., с поэтапной разборкой всех возведенных дамб. Эта идея находит все большую поддержку среди специалистов (в первую очередь экологов). Возникли даже общественные движения, собирающие средства для выкупа территорий в зоне бывшей поймы, чтобы после возрождения вернуть их природной системе Рейна.

Экологически безопасная и безотходная технология используется и при утилизации плавника и мусора, в половодье поступающих в большом количестве к решеткам водоводов турбин. На всех гидроузлах перед решетками водоприемников установлены автоматические или полуавтоматические очистные устройства, подающие собранный мусор и плавник в специальные контейнеры. Из них плавник поступает на технологические комплексы по переработке растительных отходов в компост, который здесь же расфасовывается и реализуется населению или фирмам, занимающимся озеленением.

Еще одна проблема, возникшая после спрямления русла и строительства каскада гидроузлов, — интенсивная донная эрозия в низовьях реки (ниже последней ГЭС). Вызвано это тем, что в водохранилищах вода отстаивается, отчего размывающая способность потока за каскадом повышается. В результате дно опускается, и понижается не только уровень в самом русле, но и уровень грунтовых вод, что ведет к гибели пойменных лесов, обеднению биоразнообразия. После длительных гидрологических исследований, в том числе и учеными нашего университета, проблему удалось решить. Перед участком размыва подается гравийно-песчаная смесь, которая, откладываясь на дне, образует русловую отмостку, препятствующую эрозии. Этот способ применяется на Рейне уже более 20 лет и способствует сохранению растительного и животного мира в пойме.

Итак, за короткий срок (15–20 лет) экологическое состояние реки кардинально улучшилось. Ныне в нее не сбрасывают вредные для экосистемы вещества. При очистке промышленных и коммунальных стоков используют замкнутые циклы и безотходные технологии. Действенность этих мер в рамках концепции устойчивого развития подтверждают растущие богатство и разнообразие биоты в самой реке, ее пойме и, похоже, во всем бассейне. В реку вернулись особо чувствительные к чистоте воды рейнский лосось, сельдь, форель и другие благородные виды рыб. В поймах прижились почти исчезнувшие здесь тростниковый кабан, пятнистая цапля и многие другие редкие виды как животных, так и растений. Хотелось бы надеяться, что накопленный в ходе спасения Рейна и его бассейна богатый опыт сочетания технических и технологических ноу-хау с требованиями по охране окружающей среды окажется полезным и для возрождения великих рек России.

**Список использованной литературы**:

Журнал "Экология и жизнь". Статья Р. Кромер, доктор технических наук, профессор