

Для выявления экстремально маловодных регионов использовались отношения значений слоя стока 95%-ной обеспеченности к среднегодовым значениям по стране в целом, изолинии которых приведены на рисунке 4.40.

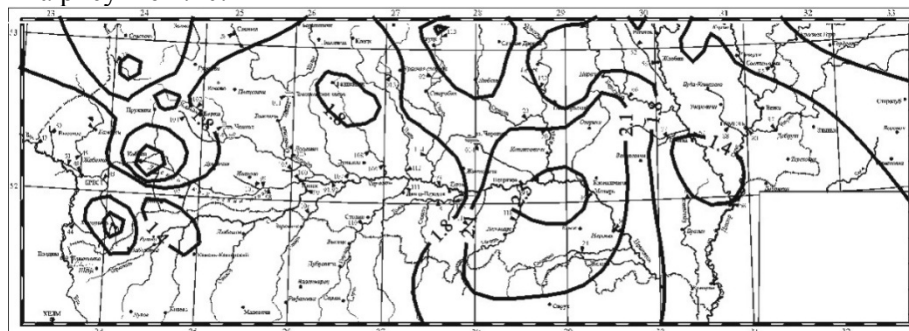


Рисунок 4.39 – Отношения значений слоя стока 5%-ной обеспеченности к среднегодовым значениям слоя стока для Белорусского Полесья

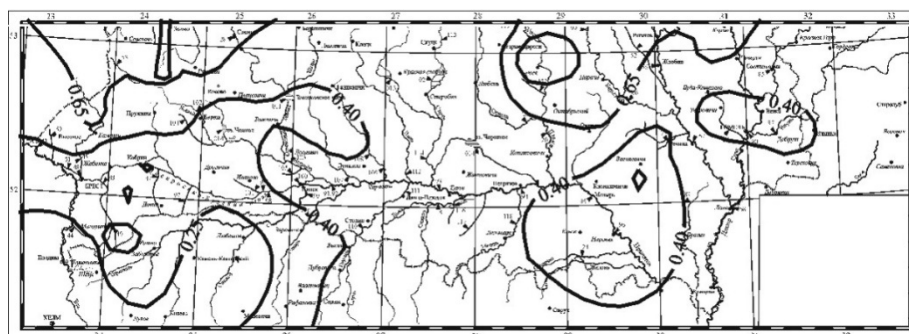


Рисунок 4.40 – Отношения значений слоя стока 95%-ной обеспеченности к среднегодовым значениям слоя стока для Белорусского Полесья

Для территории Белорусского Полесья выделены следующие диапазоны таких соотношений: низкое (менее 0,25); умеренное (от 0,25 до 0,40); повышенное (от 0,40 до 0,65); высокое (от 0,65 до 0,80); очень высокое (свыше 0,80). Экстремально маловодные районы характеризуются отношением, меньшим порогового значения (0,25), это реки юга бассейна Западного Буга.

Таким образом, экстремальные гидрологические явления еще не изучены в должной мере, как того требуют различные отрасли народного хозяйства, но полученные критерии ЭГЯ дают возможность приблизительно оценить степень экстремальности маловодных и многоводных регионов страны. Экстремально многоводными регионами на территории Белорусского Полесья являются речные водосборы бассейна нижней Припяти. Экстремально маловодных районов практически не выявлено, за исключением небольшой территории на юго-западе страны.

4.6. Водноэнергетический потенциал рек

В настоящее время всемерное использование возобновляемых ресурсов гидроэнергетики, которые являются составляющей частью общих энергетических ресурсов любого региона, становится первостепенной задачей. Развитие водного потенциала – одно из важных направлений возобновляемой энергетики в Беларуси. По данным Министерства энергетики Республики Беларусь, потенциальная мощность всех водотоков страны составляет 850 МВт, в том числе технически доступная – 520 МВт, экономически целесообразная – 250 МВт.

На современном этапе развития Белорусского Полесья все важнее становится вопрос замещения иностранных энергоресурсов и поиска альтернативных источников электроэнергии. Одним из перспективных источников относительно дешевой электроэнергии считаются гидроэлектростанции (ГЭС). Потенциальные гидроэнергетические ресурсы Белорусского Полесья и экологически приемлемые, экономически оправданные возможности их использования ограничены равнинностью территории. Вытекающие отсюда реки не могут достигнуть значительной мощности в границах Полесья. Это предопределяет строительство в регионе главным образом малых гидроэлектростанций (МГЭС).

До сих пор нет общепринятого понятия малой гидроэлектростанции (МГЭС). В большинстве государств в качестве основной характеристики принята установленная мощность ГЭС. Чаще всего – как, например, в Австрии, Германии, Испании, Польше и ряде других стран – к МГЭС причисляют гидроэнергетические установки, мощность которых не превышает 5 МВт. В Латвии и Швеции эта

планка снижена до 2 МВт, а в Греции, Ирландии и Португалии, наоборот, повышена до 10 МВт. В США после того, как там начали стимулировать развитие малой гидроэнергетики, верхний предел мощности, характеризующий МГЭС, поэтапно увеличивался и в 1980 г. достиг 30 МВт. В Советском Союзе в 1986 г. утвержден документ, в соответствии с которым к малым были отнесены ГЭС с установленной мощностью до 30 МВт при диаметре рабочего колеса турбины до 3 м. Нижним же пределом мощности МГЭС принято считать 0,1 МВт. Если меньше, то это уже микроГЭС. Подобная градация – не арифметическая блажь на национальном уровне, за ней стоит и чисто экономический расчет. В той же Латвии государство гарантирует закупку электроэнергии от малых ГЭС по двойному тарифу в течение восьми лет после их ввода в эксплуатацию. В Беларуси, согласно принятому правительством в 1997 г. постановлению «О развитии малой и нетрадиционной энергетики», также был установлен двойной тариф на вырабатываемую МГЭС электроэнергию, которую закупает концерн «Белэнерго», при этом малыми считаются ГЭС с установленной мощностью до 6 МВт.

Энергия малых рек Белорусского Полесья используется давно. На них сооружались водяные мельницы и гидросиловые установки, задействовавшиеся, в частности, на лесопилках. Чтобы нарастить рекам мощность, возводились простейшие плотины, позволявшие «подпереть» воду на высоте 2–3 м. В середине XX в. электрификация сельского хозяйства базировалась на малых ГЭС. В это время на малых реках было построено большое количество плотин. Но как только у сельских потребителей появилась возможность подключиться к государственным энергосистемам, дальнейшее развитие малой гидроэнергетики стало нецелесообразным. Большинство микроГЭС, принадлежавших в основном колхозам, вывели из эксплуатации, часть из них трансформировали в небольшие гидроэлектростанции.

Состояние гидроэнергетики региона характеризуется соотношением запасов ее гидроэнергетических ресурсов (гидроэнергетического потенциала рек) и масштаба их освоения. Так называемый теоретический потенциал рек Белорусского Полесья оценивался по двум бассейнам, которые, в основном охватывают всю территорию Белорусского Полесья: Припяти и Западного Буга. В этих бассейнах, по данным водноэнергетического кадастра Республики Беларусь, потенциальную мощность до 10 кВт имеют соответственно 63,0 и 54,7 % всех рек, мощность 10–100 кВт имеют уже только 28,4 и 35,0 %, а в интервале 100–1000 кВт – 6,3 и 8,8 %. Для Беларуси в целом эти показатели составляют соответственно 38,4; 48,2 и 10,9 %. Общая мощность рек Белорусского Полесья около 150 000 кВт, полная потенциальная мощность, включая мощность водотоков и склонового стока, – 156 000 кВт, что составляет 15,7 % по отношению к полным ресурсам Беларуси. В Белорусском Полесье наибольшее количество рек имеют участки с километровой мощностью менее 1 кВт/км. Гидроэнергетический модуль рек бассейна Припяти составляет 2,76 кВт/км², а Западного Буга – 0,74 кВт/км². Это достаточно низкий показатель. Для сравнения: гидроэнергетический модуль Западной Двины равен 6,65 кВт/км²; Немана – 4,40 кВт/км²; Днепра без рек бассейна Припяти – 4,30 кВт/км². Но при этом в расчет берется прежде всего экономическая целесообразность строительства и эксплуатации ГЭС. Иными словами, чем выше цены на топливо, тем выгоднее становится гидроэнергетика. В Беларуси пока освоено только 3 % имеющегося экономического гидроэнергетического потенциала, тогда как в Литве – 30 %, в – Польше – 44 %. Как уже отмечалось, территория Белорусского Полесья равнинная, поэтому здесь могут быть использованы только низконапорные гидроэнергетические объекты. В бассейне Припяти возможности строительства гидроэлектростанций ограничены из-за огромных площадей затопляемых земель при создании водохранилищ.

По утвержденной концерном «Белэнерго» от 03.05.2003 Программе строительства и восстановления объектов гидроэнергетики на период до 2020 г. предусмотрено строительство ГЭС на основных реках Беларуси общей установленной мощностью 200 МВт и ряд МГЭС на их притоках мощностью каждой не менее 100 кВт с удельными затратами не более 2000 \$/кВт.

Оптимальным путем развития электроэнергетических систем считается создание необходимых маневренных станций выработки и потребления электроэнергии для оперативного маневрирования мощностями, что достигается вводом в эксплуатацию ГЭС или гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). При этом ГАЭС занимают особое место, поскольку являются как высокоманевренным источником пиковой мощности, так и потребителем-регулятором для заполнения ночного провала графика электрической нагрузки. В отличие от обычных ГЭС пиковая энергоотдача ГАЭС не зависит от водности года. Строительство ГАЭС требует значительно меньших размеров отчуждения земель, чем для речных ГЭС. Следует отметить, что наиболее маневренные среди тепловых электростанций (ТЭС) газотурбинные установки требуют на пуск агрегата из холодного состояния 15–0 мин., тогда как время пуска гидроагрегата ГЭС или ГАЭС только 2 мин.

Создание необходимых мощностей на обычных ГЭС часто не покрывает потребности энергосистемы в маневренной мощности (до 20 % от введенной мощности электростанций всех типов). Во

многих странах наиболее экономически эффективные гидроэнергоресурсы либо уже использованы, либо ограничены, как в природных условиях Беларуси. В такой ситуации наиболее приемлемый путь решения проблемы – создание ГАЭС.

При отсутствии пока ГАЭС в стране и низком уровне освоения экономического гидроэнергopotенциала рек Белорусского Полесья возможно более эффективное использование ветроэнергетических установок, что обуславливается нерегулярным характером источника ветровой энергии. Так, в Нидерландах разработан проект энергокомплекса, включающего ветровую электростанцию мощностью 3000 МВт и ГАЭС мощностью 2400 МВт с обратимыми гидроагрегатами напором 23 м, причем бассейны ГАЭС размещены в заливе, отгороженном от моря дамбами.

В условиях Белорусского Полесья имеются пригодные площадки для размещения ветро-гидроэнергетических комплексов с использованием водоподъемных устройств. Такие комплексы могут функционировать как для гидроаккумулирования энергии ветра, так и для расширения освоения низконапорного потенциала рек путем водоподъема части речного стока на возвышающиеся над руслами рек участки прилегающих земель с последующей сработкой накопленных объемов воды при производстве пиковой электроэнергии, например для локального электроснабжения.

В Брестской области уже работают МГЭС на гидроузлах «Дубой», «Кобрин», «Залузье», «Новосады». МГЭС «Стахово» – пятая по счету малая гидроэлектростанция на Днепроовско-Бугском водном пути и первая на Припяти. Мощность МГЭС – 630 кВт. Ее строительство на Столинщине велось по Государственной программе социально-экономического развития и комплексного использования природных ресурсов Припятского Полесья на 2010–2015 годы. Первоначально планировали построить ее на территории Лунинецкого района, однако в этом случае затраты оказались бы больше, поэтому было решено соорудить ее на Столинщине. МГЭС построена на правом берегу Припяти вблизи д. Стахово Столинского района. Электроэнергия, полученная от работы МГЭС, идет на нужды района.

На Украинском Полесье ныне насчитывается 14 малых ГЭС, из них только три действующие. Суммарная установленная мощность Любарской, Пединковской и Миропольской ГЭС – 1300 кВт, а вырабатывается электроэнергии в год 3,1 млн кВт/час. Получается, что потенциал малых рек Житомирщины используется всего лишь на 1 %.

Создание ГЭС связано с большими удельными первоначальными затратами, которые на 1 кВт мощности в два и более раза выше таковых в тепловых электростанциях. Но при этом следует учитывать, что половина стоимости 1 кВт-ч электроэнергии, вырабатываемой на ТЭС, – это цена газа или мазута. В процессе проведения оценки экономического гидроэнергopotенциала рек показана выгода (по сравнению с альтернативной газотурбинной электростанцией) создания ГЭС при удельных капитальных вложениях до 2750 \$ на 1 кВт ее установленной мощности.

Из анализа структуры капитальных затрат в ГЭС следует, что основной вклад в стоимость их строительства обычно вносят затраты на создание их водохранилищ в долинах равнинных рек – от 35 до 50 % и более. Поэтому за счет поиска вариантов сокращения площади затопления прилегающих к руслу реки земель возможно существенно улучшить эколого-экономические показатели гидроэнергетических объектов. В этом отношении представляется рациональным строительство многоступенчатых русловых каскадов малых ГЭС с гидравлически связанными подпорными бьефами как альтернатива созданию традиционной водохранилищной ГЭС. При этом достигается энергетическое использование реки на более протяженном ее участке преимущественно без выхода подпорных уровней воды из берегов русла. Благоприятными для реализации таких каскадов являются участки рек с достаточным возвышением берегов русла над меженным уровнем воды в реке.

В перспективе гидроэнергетика в Беларуси может развиваться по линии строительства гидроузлов комплексного использования – создания водохранилищ для регулирования стока при одновременном использовании их в целях энергетике, водообеспечения, водного транспорта, мелиорации и охраны вод. Однако возможности строительства таких водохранилищ на территории Белорусского Полесья весьма ограничены.

Исходя из прошлого опыта строительства сельских гидроэлектростанций в Беларуси целесообразно вернуться к созданию на малых водотоках микроГЭС (мощностью менее 100 кВт) для локального электроснабжения ближайших населенных пунктов. На небольших водотоках при благоприятных топографических и гидрологических условиях возможно создание таких установок, экономическая эффективность которых может быть обеспечена на основе применения современных типов гидросилового оборудования и рациональных конструкций гидросооружений.

Современная гидроэнергетика по сравнению с другими традиционными видами электроэнергетики является наиболее экономичным и экологически безопасным способом получения электроэнергии. Малая гидроэнергетика идет в этом направлении еще дальше. Небольшие электростанции позво-

ляют сохранять природный ландшафт, окружающую среду не только на этапе эксплуатации, но и в процессе строительства. При последующей эксплуатации отсутствует отрицательное влияние на качество воды: она полностью сохраняет первоначальные природные свойства. В реках сохраняется рыба, вода может использоваться для водоснабжения населения. В отличие от других экологически безопасных возобновляемых источников электроэнергии – таких, как солнце, ветер, – малая гидроэнергетика практически не зависит от погодных условий и способна обеспечить устойчивую подачу дешевой электроэнергии потребителю. Еще одно преимущество малой энергетики – экономичность. В условиях, когда природные источники энергии – нефть, уголь, газ – истощаются, постоянно дорожают, использование дешевой, доступной, возобновляемой энергии рек, особенно малых, позволяет вырабатывать дешевую электроэнергию. Необходимо отметить, кроме этого, что реконструкция выведенной ранее из эксплуатации малой ГЭС обойдется в 1,5–2 раза дешевле.

Энерго-экономическая и общественная эффективность освоения в условиях Беларуси гидроэнергетических ресурсов предопределяется следующими преимуществами ГЭС по сравнению с альтернативными им тепловыми электростанциями:

- отсутствие выбросов вредных веществ в атмосферу при функционировании ГЭС;
- относительно низкая себестоимость вырабатываемой на ГЭС электроэнергии;
- высокая маневренность ГЭС в процессе обеспечения потребителей электроэнергией, что позволяет вырабатывать более дорогую пиковую электроэнергию, тарифы на которую в несколько раз превышают тарифы на базовую электроэнергию (в России стоимость пиковой электроэнергии, поставляемой с федерального оптового рынка в дефицитные энергосистемы, в 5,5 раза выше, чем стоимость поставки ночной электроэнергии);
- возобновляемость энергоресурсов рек и их повсеместной распространенностью;
- возможность улучшения многоцелевого водопользования вследствие создания водохранилищ ГЭС.

Помимо того, что при эксплуатации ГЭС отсутствуют вредные выбросы в атмосферу, образующиеся при сжигании топлива на ТЭЦ, создание водохранилищ способствует повышению уровня воды в реке. Особенно это благоприятствует мелким рекам, которые летом часто пересыхают. Наряду с этим создаются лучшие условия для судоходства на более крупных реках, решаются проблемы с водоснабжением населенных пунктов прибрежных территорий за счет подъема уровня грунтовых вод, растут рыбные запасы, развивается спортивное рыболовство, создаются новые зоны отдыха.

Безусловно, есть и определенные издержки: могут меняться термический и ледовый режим рек, почвенный и растительный покров прибрежных территорий, происходить их затопление и подтопление. Не исключена и трансформация условий обитания рыб и земноводных животных, мест обитания птиц. Рассмотрим более глубоко те преимущества МГЭС, которые в настоящее время считаются общепринятыми.

МГЭС – помогут достичь энергонезависимости. Это положение сформировалось на основании изучения гидроэнергетического потенциала малых рек, без учета экологических, социально-экономических, законодательных и других ограничений и рисков, которые влияют на то, какую часть этого потенциала можно использовать без вреда для природы, местных хозяйств, без нарушения законов и международных правовых актов, без учета рисков, связанных с гидроэнергетикой в целом. На самом деле все значительно сложнее.

МГЭС дают дешевую экологически чистую энергию. Стоимость электроэнергии МГЭС абсолютно неконкурентноспособна по сравнению с другими видами производимой энергии. Даже с учетом «зеленых тарифов» прибыль от малых ГЭС обеспечивается только наличием схем обязательного выкупа производимой энергии. Это не говоря уже об экологичности самой постройки МГЭС, которые, как правило, сопровождаются грубыми нарушениями всех экологических норм, игнорированием законов и давлением на местные общины.

МГЭС не несет угрозы окружающей среде, не будет иметь негативного влияния. На самом деле ГЭС наносит огромный вред окружающей среде на всех этапах ее существования. Особо опасной является постройка одновременно сотен малых ГЭС без учета их кумулятивного эффекта.

Малая гидроэнергетика – это передовой мировой опыт. Она соответствует самым безопасным для природы мировым образцам. На самом деле основным технологиям, которые используются в малых ГЭС, уже более ста лет. А большинство ГЭС построено там, где их вообще не должно быть по экологическим соображениям.

МГЭС всегда лучше для окружающей среды, чем большие. Долгое время считалось, что МГЭС намного безопасней, чем крупные. Но когда исследователи сравнили потери суходола и прибрежных поселений в расчете на 1 МВт произведенной электроэнергии, то оказалось, что потери территорий

экосистем от МГЭС могут в сотни раз превышать потери от больших ГЭС в расчете на 1 МВт. Также МГЭС вызывают большую фрагментацию экосистем, ухудшают качество воды и влияют на гидрологию рек и их бассейнов.

МГЭС защищают от наводнений. На самом деле нормальный режим работы МГЭС несовместим с противопаводковой защитой. Исследования показывают, что лучшей защитой от наводнений являются не дорогостоящие инженерные сооружения, а естественные речные поймы и снос всех инженерных сооружений, которые перекрывают русло реки и сужают пойму, создают помехи свободному ходу водных потоков.

МГЭС не опаснее водяных мельниц. Это далеко не так. МГЭС намного опаснее, чем водяные мельницы. Основные отличия кроются в специфике работы этих сооружений. Водяные мельницы работают нерегулярно, и часто для их запуска достаточно погрузить колесо в воду, без перекрытия реки плотиной. Кроме того, эти плотины были значительно меньше, чем плотины малых ГЭС, и при паводках они полностью затапливались, не создавая препятствий для миграции рыбы, а конструкции этих плотин не создавали препятствий для миграции мальков вниз по течению. МГЭС – капитальные сооружения, которые работают максимальное количество дней в году. Постоянная работа таких дамб приводит к тому, что в период нереста и миграции рыб молодая рыба не способна преодолеть плотину и гибнет в турбинах. А часто в результате работы турбин происходит высыхивание русла реки, что приводит к разрушению местной экосистемы.

МГЭС принесут благополучие общинам, сопутствуют развитию туризма и рекреации. На самом деле МГЭС делают невозможными некоторые виды туризма и рекреации, в частности сплавной и зеленый туризм.

МГЭС уменьшают выбросы парниковых газов и препятствуют изменению климата. Дело в том, что при строительстве ГЭС, как правило, создается водохранилище, а в момент его наполнения увеличиваются выбросы другого газа – метана, который имеет парниковый потенциал в 20 раз выше, чем CO_2 . Это обусловлено процессами разложения органических веществ в условиях затопления водохранилища.

Рассмотрим механизм оценки гидроэнергоресурсов на бассейне р. Ясельда. Данная река является типичной для Белорусского Полесья и в полном объеме может дать представление о гидроэнергетическом потенциале как по отдельным рекам региона, так и для Белорусского Полесья в целом.

В качестве учетных категорий гидроэнергоресурсов выделяются теоретический и эксплуатационный потенциалы. Теоретический потенциал включает понятия валового поверхностного потенциала речного бассейна и валового потенциала рек. Кроме того, иногда выделяется еще так называемый полезный потенциал, под которым подразумевается валовый потенциал, уменьшенный на некоторый коэффициент, учитывающий минимальные размеры неизбежных потерь напора, стока, а также к.п.д. энергетического оборудования. Он мыслится как показатель верхнего предела полезного использования гидроэнергоресурсов. Этот потенциал должен рассматриваться не как теоретический потенциал, а как приближенный к техническому потенциалу. Эксплуатационный потенциал включает в себя технический и экономический потенциалы.

В условиях Белорусского Полесья практическое значение имеют энергетические ресурсы водотоков. Но для полного представления о потенциалах гидроэнергоресурсов определяется энергия всего стока, включая склоновый сток.

Полная величина потенциальных гидроэнергетических ресурсов территории состоит из энергии стока, сконцентрированного в водотоках, и энергии склонового стока. Полные гидроэнергетические ресурсы определены при помощи гидрографических кривых бассейнов, которые получаются на базе гипсографической кривой бассейнов $A = f(H)$ и кривой зависимости модуля стока от высоты над уровнем моря $M = f(H)$. Гидрографическая кривая получается путем перемножения значений площади водосбора и модуля стока, соответствующих определенным значениям высоты.

Площадь, ограниченная гидрографической кривой бассейна и осями координат, проходящая через ее начало и конец, в выбранном масштабе определяет полную величину потенциальных гидроэнергоресурсов бассейна (энергия руслового и склонового стоков). Эти ресурсы могут быть выражены в единицах среднегодовой мощности или энергии стока за средний по водности год.

Потенциальная мощность рек $L \geq 10$ км определяется методом сплошного руслового подсчета (метод линейного расчета)

$$N = 9,81 \cdot Q \cdot H, \quad (4.3)$$

где N – мощность, кВт; Q – расход, $\text{м}^3/\text{с}$; H – напор, м.

Общая мощность рек бассейна р. Ясельды 4245 кВт. Сопоставление и анализ гидроэнергетической ценности отдельных рек, их участков и целых бассейнов иногда эффективнее делать не

путем сравнения абсолютных значений энергетических ресурсов, а при помощи удельных показателей. При этом к первой группе относятся удельные линейные энергетические показатели, ко второй – удельные поверхностные энергетические показатели.

Линейный удельный энергетический показатель – километрическая мощность, представляющая среднюю для данного участка мощность реки, приходящуюся на 1 км длины участка $N_L = N_{yч.}/L_{yч.}$, кВт/км. При помощи этого показателя можно исследовать степень концентрации гидроэнергетики на отдельных участках реки и выявить наиболее ценные из них.

Кроме километрической мощности, существуют другие линейные показатели.

Удельная мощность на 1 м³/с расхода $N_Q = N_{yч.}/(L_{yч.} \cdot Q_{yч.})$, кВт/(км·м³/с), характеризует степень концентрации падения реки.

Удельная мощность на 1 м напора $N_H = N_{yч.}/(L_{yч.} \cdot H_{yч.})$, кВт/(км·м), призвана характеризовать водность участков.

Широко используемым поверхностным удельным энергетическим показателем является так называемый *гидроэнергетический модуль*, представляющий величину потенциальной мощности водотоков бассейна, приходящуюся в среднем на единицу площади бассейна – $N_A = N/A$, кВт/км². Используется также *поверхностный удельный энергетический показатель*, призванный характеризовать использование стока – $N_A = N/M$, кВт/(л/с·км²), где M – модуль стока.

Для учета влияния неравномерности стока на энергетическую ценность водотоков используют два поверхностных энергетических показателя: модуль энергии и модуль мощности.

Модуль энергии показывает количество энергии в кВт·ч, которую можно получить на ГЭС при использовании стока с 1 км² без регулирования на напоре 1 м.

Модуль мощности соответствует мощности, которую можно получить от минимального стока заданной обеспеченности с 1 км² водосбора при напоре в 1 м.

Вместо мощности, приходящейся на 1 км длины водотока или на 1 км² площади водосбора, удельные показатели могут быть выражены через соответствующую этой мощности энергию ($\mathcal{E} = 8760 \cdot N$), т. е. $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{yч.}/L_{yч.}$, кВт·ч/км, или $\mathcal{E}_A = \mathcal{E}/A$, кВт·ч/км².

Рассмотрим потенциал гидроэнергетических ресурсов рек бассейна Ясельды.

Количество рек бассейна Ясельды с разным значением потенциальной мощности и суммарной мощности приведено в таблице 4.29.

Таблица 4.29 – Количество и общая мощность рек бассейна Ясельды

Показатели	Длина реки, км				Всего
	0–10	10,1–100	100,1–1000	1000,1–5000	
Количество рек, шт./%	36/58,2	21/33,8	4/6,4	1/1,6	62/100
Общая мощность, кВт/%	128/3,0	502/11,8	616/14,6	2999/70,6	4245/100

Потенциальная мощность водотоков бассейна р. Ясельды представлена в таблице 4.30.

Таблица 4.30 – Суммарная мощность выделенных категорий рек, кВт/%

<200		Площадь водосбора, км ²		
		200–1000	4000–10000	Всего
$L < 10$ км	$L \geq 10$ км			
128/3,0	502/11,8	657/15,5	2999/70,6	4245/100

Характеристика по величине километрической мощности состоит в выделении количества рек, обладающих участками с данными градациями мощности, величины суммарной мощности и суммарной длины этих участков, средних по бассейну значений удельной мощности и длин участков в пределах указанных градаций мощности по отношению к мощности и длине всех рек бассейна. В таблицах 4.31–4.32 приведены сводные данные о реках бассейна р. Ясельды с длиной не менее 10 км. Подавляющее большинство рек имеют в своем составе участки с низкой километрической мощностью. В бассейне р. Ясельды большое количество рек имеют участки с километрической мощностью менее 1 кВт/км. Это свидетельствует о том, что имеются многие реки, у которых на всем протяжении километрическая мощность вообще не превышает 1 кВт/км. По мере увеличения удельной мощности участков их количество уменьшается.

Таблица 4.31 – Количество рек, обладающих участками с данными значениями километрической мощности

Километрическая мощность, кВт/км	<1	1–4,9	5–9,9	10–49,9
Длина рек, км/%	26/74,3	27/77,2	6/17,2	2/5,7

Таблица 4.32 – Суммарная мощность и суммарная длина участков данной категории по бассейну

Километрическая мощность, кВт/км	<1	1–4,9	5–9,9	10–49,9
Мощность, кВт	116	875	552	2616
Длина рек, км	302,4	401,7	79,4	134,2

Сводка данных о средних расходах рек бассейна р. Ясельды приведена в таблице 4.33. Наибольший удельный вес как по количеству, так и по общей протяженности имеют участки рек с малыми расходами.

Таблица 4.33 – Средние по бассейну значения удельной мощности и веса суммарной мощности

Километрическая мощность, кВт/км	<1	1–4,9	5–9,9	10–49,9
Удельная мощность, кВт/км	0,38	2,18	6,96	19,5
Длины участков, км	11,6	14,9	13,2	67,1
Отношение суммарной мощности участка к суммарной мощности водосбора, %	2,8	21,1	13,3	62,9
Отношение длин участков к длине всех рек водосбора, %	32,9	43,8	8,6	14,6

В таблицах 4.34–4.35 приведены данные о средних расходах рек бассейна р. Ясельды. Наименьший удельный вес как по количеству, так и по общей протяженности имеют участки рек с малыми расходами. В среднем по бассейну – 77,4 % всего количества рек обладают участками с расходами менее 0,5 м³/с.

Таблица 4.34 – Суммарная по бассейну длина участков и их количество с расходами соответствующих градаций и их отношение к общей длине исследуемых рек бассейнов

Расходы, м ³ /с	<0,5	0,5–1	1–5	5–10	10–50
Длина рек, км/%	684,0/61,0	113,5/10,1	164,7/14,7	34,6/3,1	124,4/11,1
Кол-во рек, шт./%	62/100	14/22,6	6/9,7	1/1,6	1/1,6

Таблица 4.35 – Количество рек, обладающих устьевыми расходами данных градаций

Расходы, м ³ /с	<0,5	0,5–1	1–5	5–10	10–50
Кол-во рек, шт./%	48/77,4	8/12,9	5/8,1	–	1/1,6

В таблице 4.36 приведены сводные данные о величине гидроэнергетического модуля рек бассейна Ясельды. Сопоставление гидроэнергетических единичных модулей стока рек с другими бассейнами показывает, что реки бассейна Ясельды бедны гидроэнергетическими ресурсами, так как изменение указанных показателей происходит в следующих пределах: для единичного модуля от 0,03 до 0,52 кВт/км² и суммарного – от 0,06 до 0,74 кВт/км².

Таблица 4.36 – Значение гидроэнергетического модуля речных бассейнов (с учетом линии энергии водотоков), кВт/км²

Характеристика	Площадь водосбора, км ²			
	<200	200–1000	4000–10000	Бассейн в целом
Единичный	<u>0,03–0,44</u> 0,19	<u>0,15–0,42</u> 0,28	0,52	
Суммарный	<u>0,06–0,37</u> 0,19	<u>0,19–0,49</u> 0,35	0,74	0,74

В таблице 4.37 дано распределение количества рек бассейна р. Ясельды по величине падения рек, которая зависит от их длины и рельефа местности. В связи с тем, что бассейн р. Ясельды расположен в пределах Полесской низменности, где отметки поверхности земли имеют незначительные колебания, то и падения у рек минимальные: большинство рек (45 %) имеют падение до 5 м.

Таблица 4.37 – Распределение рек бассейна по величине падения, шт./%

Величина падения, м											
50–25,1			25,0–10,1			10,0–5,1			5,0–1,1		<1,0
A≥200	A<200		A≥200	A<200		A≥200	A<200		A<200		A<200
	L≥10	L<10		L≥10	L<10		L≥10	L<10	L≥10	L<10	L<10
<u>2</u> 3,2	<u>2</u> 3,2	<u>1</u> 1,6	<u>3</u> 4,8	<u>10</u> 4,8	<u>1</u> 16,2	<u>1</u> 1,6	<u>8</u> 12,9	<u>6</u> 9,7	<u>9</u> 14,5	<u>16</u> 25,9	<u>3</u> 4,8

На рисунке 4.41 представлен кадастровый график р. Ясельды, построенный по методике, приведенной в литературе [44]. Кадастровый график реки содержит продольный профиль, кривые нара-

тания водосборной площади $A(L)$, среднееголетних расходов $Q_{cp}(L)$, среднесуточных расходов 95 % обеспеченности $Q_{95}(L)$, нарастания потенциальных мощностей водотока при расходах среднееголетних N_{cp} и минимальных суточных 95 % обеспеченности N_{95} , изменения удельной километровой мощности при среднееголетних расходах N_{Lcp} , гидрографическую кривую водотока при среднееголетних расходах $Q_{cp}(H)$. Кривые $A(L)$, $Q_{cp}(L)$, $Q_{95}(L)$, N_{cp} , N_{95} , $Q_{cp}(H)$ являются интегральными.

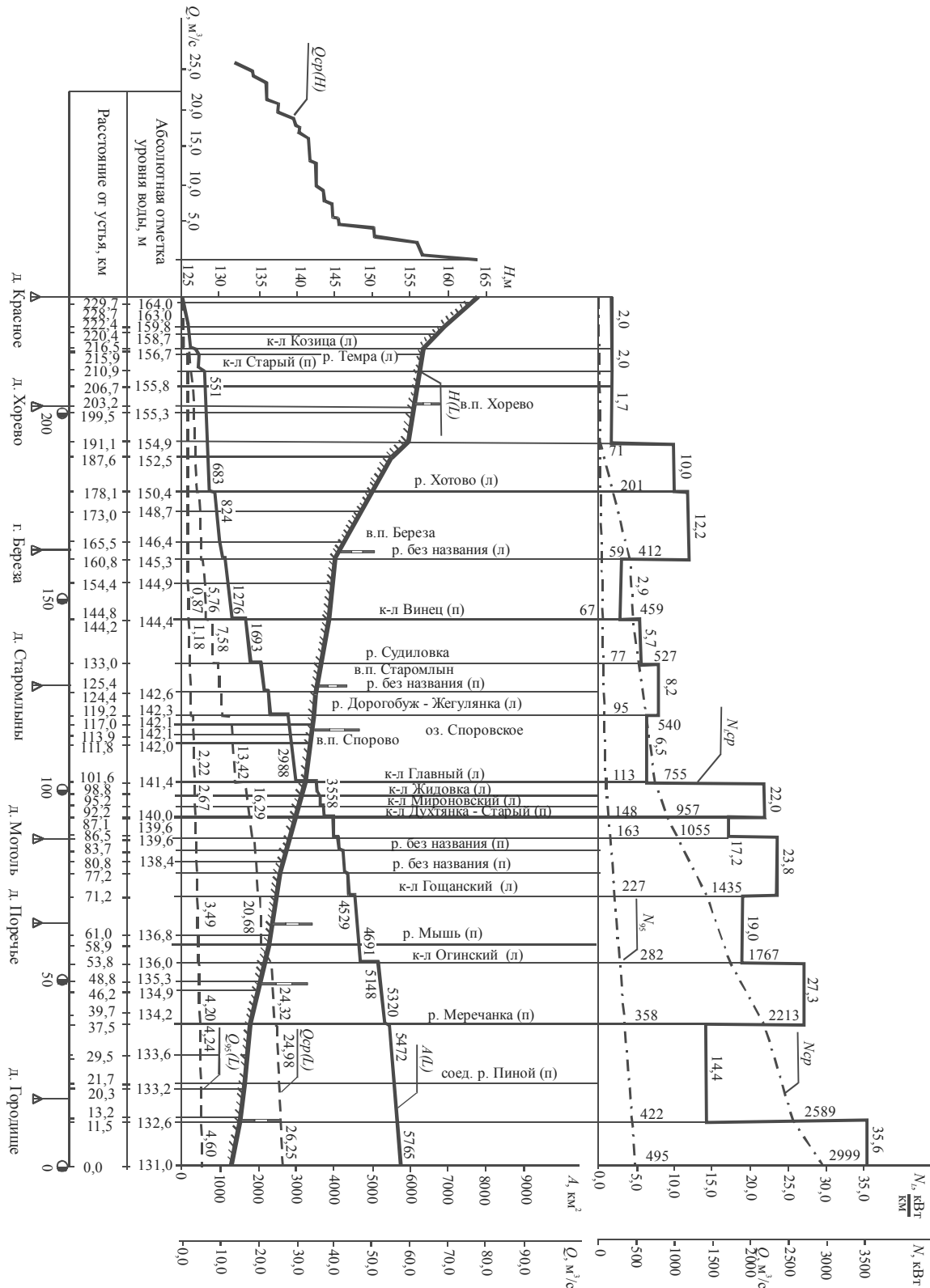


Рисунок 4.41 – Кадастровый график р. Ясельды

Численные значения суммарной потенциальной мощности N_{cp} , N_{95} приведены для расчетных створов (заметного изменения расходов и продольных уклонов), а численные значения километровой мощности даны для каждого расчетного участка.

На графике приведены названия притоков длиной $L > 10$ км и названия озер. Притоки характеризуются расположением относительно реки – правые (п) или левые (л) – и расстоянием от устья этой реки в километрах. Условными знаками указаны створы размещения действующих и закрытых водопостов, а также важнейших населенных пунктов, расположенных у рек: городов (г.), городских и рабочих поселков (г. п., р. п.), деревень (д.); даны их названия. В надписях на кадастровых графиках приняты также следующие сокращения: р. – река; к-л – канал; к-ва – канава; в.п. – водопост.

Для удобства анализа кадастрового графика значения A , $Q_{ср}$, Q_{95} приведены в таблице 4.38, где в характерных створах (исток, впадение притоков, устье) даны численные значения водосборной площади и расходов рек, а в створах впадения притоков – значения этих величин до и после впадения притоков.

Таблица 4.38 – Изменения площадей водосбора и расходов воды по длине р. Ясельды

Параметр	Расстояние от устья, км																
	53,8	58,9	71,2	77,2	83,7	86,5	92,2	95,2	98,8	119,2	124,4	133,0	160,8	178,1	210,9	215,9	216,5
A , км ²	5148 4691	4682 4629	4529 4369	4341 4242	4225 4153	4116 3931	3922 3723	3695 3617	3595 3571	2818 2247	2228 2140	2038 1757	1087 1037	821 683	551 430	396 217	217 173
$Q_{ср}$, м ³ /с	23,6 21,4	21,3 21,1	20,7 19,9	19,8 19,4	19,3 19,0	18,8 18,0	17,9 17,0	16,9 16,5	16,4 16,3	12,7 10,0	9,95 9,55	9,10 7,85	4,92 4,70	3,74 3,12	2,53 1,91	1,75 0,96	0,96 0,76
Q_{95} , м ³ /с	3,90 3,59	3,58 3,55	3,49 3,39	3,36 3,25	3,23 3,15	3,11 3,00	2,96 2,84	2,81 2,72	2,70 2,67	2,01 1,63	1,61 1,51	1,39 1,22	0,76 0,71	0,53 0,45	0,35 0,27	0,23 0,12	0,12 0,10

В таблице 4.39 приведены сведения о длине водораздельной линии речных бассейнов и энергетических показателях формы исходных кадастровых графиков.

Таблица 4.39 – Энергетические показатели формы кадастровых графиков

Водоток	Расстояние от устья водоприемника, км	Длина водораздельной линии, км	Энергетические показатели формы кадастровых графиков		
			продольного профиля a_n	нарастания водосбора a_A	гидрографической кривой водотока, a_m
Ясельда	488,5	496	0,336	0,498	0,350
К-л Духтянка-Старый	92,2	80	0,715	0,523	0,717
Р. Судиловка	133,0	59	0,637	0,375	0,515
К-л Огинский	53,8	120	0,602	0,387	0,513
К-л Главный	101,6	152	0,550	0,467	0,523
Р. Дорогобуж – Жегулянка – Турса	119,2	155	0,113	0,511	0,190
К-л Винец	144,8	126	0,457	0,521	0,477

На реках бассейна р. Ясельды возможно возведение гидроэлектростанций, имеющих значение для электрификации объектов промышленности, сельского хозяйства и населения.

Таким образом, исходя из ландшафтных особенностей Белорусского Полесья, чтобы обеспечить энергетическую безопасность, благополучие местных жителей и сохранять природу, одним из самых перспективных направлений является энергосбережение. Широкое использование малозатратных технологий и совместное использование солнечной и ветровой энергии будет хорошим дополнением к атомной энергии, которую в скором будущем будет вырабатывать Беларусь. Что касается использования малых рек Белорусского Полесья, то наиболее перспективным является развитие бесплотинных ГЭС, которые не забирают русло в трубы, а устанавливаются в потоке. Их можно устанавливать достаточно много, без вреда для окружающей среды, и такие ГЭС способны обеспечивать энергонезависимость небольших отдаленных объектов.

4.7. Водные риски рек

Воды суши являются одним из основных факторов возникновения, развития и существования жизни на земле и самого человека. В то же время водные ресурсы остаются важным природным сырьем, которое широко используется для производительных сил, осуществления всех видов хозяйственной деятельности.

В силу различных стихийных явлений и процессов (наводнения, засухи и др.) водный фактор оказывает и крайне негативное воздействие на жизнь и деятельность человека. По мере развития человеческого общества возникли и продолжают обостряться противоречия между ролью воды как источника жизни и неотъемлемой части среды обитания человека и ролью природных вод как одного из главных природных ресурсов, повышения жизненного уровня людей. Разумное сочетание ис-