005055468

На правах рукописи

Епишев Кайсын Михайлович

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ ГОРНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ)

Специальность 25.00.36 – Геоэкология (науки о Земле)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата географических наук

22 НОЯ 2012

Барнаул – 2012

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук

Научный руководитель: Доктор географических наук, доцент Красноярова Бэлла Александровна

Официальные оппоненты: Ревякин Виктор Семенович, доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВПО Алтайский государственный технический университет, профессор кафедры сервиса и туризма

Сухова Мария Геннадьевна, доктор географических наук, доцент ФГБОУ ВПО Горно-Алтайский государственный университет, профессор кафедры геоэкологии и природопользования

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук

Защита состоится " 4 " декабря 2012 г. в 12 час. на заседании диссертационного совета Д 003.008.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт водных и экологических проблем СО РАН по адресу: 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, 1. Факс: (3852) 240396

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт водных и экологических проблем СО РАН

Автореферат разослан " 01 " ноября 2012 г

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 003.008.01,
кандидат географических наук, доцент Ротанова И.Н.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Повышение надежности энергоснабжения удаленных и изолированных потребителей электроэнергии особенно актуально в горных регионах России, которые отличает дисперсный характер расселения и оторванность от Единой энергосистемы страны, с одной стороны, и высокая экологическая значимость горных экосистем, их уязвимость и низкий уровень устойчивости к антропогенным воздействиям, с другой. Широкое использование возобновляемых источников энергии способствовало бы значительному снижению антропогенной нагрузки (путем вытеснения традиционных энергетических установок, дающих наибольшее количество вредных выбросов), сохранению природной среды, а так же обеспечению экологически ориентированного развития экономики, что соответствует «Основам государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» (2012).

Увеличение роли возобновляемых и экологически чистых источников энергии в энергоснабжении является основным направлением в решении геоэкологических проблем горных регионов, где энергетика является одним из основных источников загрязнения.

Цель работы – интегральная оценка возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для целей энергоснабжения населения и экономики горного региона (на примере республики Алтай).

Достижение поставленной цели предусматривает решение следующих **задач**:

1. Изучение российского и мирового опыта освоения возобновляемых энергетических ресурсов в горных регионах;
2. Анализ энергопотребления как одного из основных факторов, влияющих на состояние природной среды в горном регионе;
3. Интегральная и количественная оценка величины и территориальный анализ распространения возобновляемых энергетических ресурсов республики Алтай;
4. Разработка предложений по рациональному использованию ресурсов ВИЭ на территории республики Алтай.

Объектом исследования являются энергетические ресурсы республики Алтай, ***предметом*** исследования – возможности их использования для обеспечения устойчивого развития экономики и роста качества жизни населения горного региона.

Методологические основы исследования потенциала использования ВИЭ разработаны в трудах П.П. Безруких, Д. де Резно, С.П. Кундас, Б.В. Лукутина, Д. Медоуза, Л.В. Нефедовой, С.С. Позняк, Н.Ф. Реймерса, Й. Рандерс, Б.В. Тарнижевского и др. Вопросы планирования освоения ВИЭ и влияния «новой» энергетики на окружающую среду и общество освещаются в работах З.А. Атаева, Ю.И. Винокурова, Л.П. Коноваловой, Л.П. Михай-

лова, Л.К. Малик, О.С. Попель, И.Л. Савельевой, Б.Г. Санеева, В.В. Севастьянова, О.А. Суржиковой, Ю.И. Тошпокова, И.Э. Шкрадюк, С.К. Шерьязова, Б.Н. Фельдмана и др.

Методы исследования – сравнительно-географический, картографический, полевых исследований, районирования; инженерно-расчетные и геоинформационные методы, использование программного обеспечения ArcGIS, MapInfo.

Исходные данные. Использованы материалы фондов филиала ОАО «МРСК Сибирь» – Горно-Алтайские электрические сети, Министерства регионального развития республики Алтай; Администрации муниципального образования «Усть-Коксинский район»; Государственного водного кадастра (1963, 1970, 1980 гг.); результаты собственных исследований автора, в том числе полученные в ходе экспедиционных работ 2004-2009 гг. в районах республик Алтай, Тыва, а также в Монголии, Казахстане.

Научная новизна. Впервые проведена интегральная оценка ресурсов ВИЭ республики Алтай. Осуществлена типизация территории по степени обеспеченности населения возобновляемыми энергоресурсами. Дана геоэкологическая характеристика энергосистемы республики Алтай. Проведен анализ применимости ВИЭ для целей энергетики с учетом географических и экономических условий горного региона.

Практическая значимость. Методические подходы, изложенные в работе, были реализованы при разработке Схемы территориального планирования Усть-Коксинского района республики Алтай (2008), а также при подготовке раздела по охране окружающей среды в рабочем проекте Солонешенской МГЭС на р. Ануй Алтайского края (2011).

Результаты исследования могут иметь существенное значение для развития энергетики горных регионов на базе ВИЭ, использованы для дальнейшего исследования и изучения в вузовских программах. Предложены рекомендации по рациональному освоению ресурсов ВИЭ в регионе.

Апробация работы. Основные методические положения, а также результаты исследования докладывались на международных научно-практических конференциях «Региональные экологические проблемы» (Барнаул, 2011), AASA Regional Workshop on «The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia and Ways for Their Solution» (Бишкек, 2011), на Всероссийской конференции «Водные проблемы крупных речных бассейнов и пути их решения» (Барнаул, 2009), на ежегодных конференциях молодых ученых ИВЭП СО РАН, на научно-практической конференции, посвященной 10-летию со дня образования Алтайского филиала ЦСБС «Горно-Алтайский ботанический сад» (Камлак, 2004).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ, в том числе в журналах, рекомендованных ВАК РФ – 2.

Структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы из 183 наименований, в том числе на ино-

странных языках – 6. Основное содержание работы изложено на 155 страницах, включает 44 рисунка и 43 таблицы.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ

1. В горных регионах негативное влияние традиционных энергетических объектов на окружающую среду превалирует над положительными эффектами их использования. Освоение возобновляемых источников энергии соответствует сохранению экологического состояния природной среды и одновременно снижению энергодефицита как фундаментального ограничения их развития.

Анализ исследований зарубежных и отечественных ученых показал, что освоение и использование ВИЭ является одним из важнейших условий: а) решения энергетических проблем регионов, не присоединенных к централизованным сетям энергоснабжения; б) обеспечения устойчивого развития энергетики и энергетической безопасности страны; в) решения многих экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды.

Доля ВИЭ в общемировом энергопотреблении в 2009 г. составила 16%, включая гидроэнергетику – 20%. Суммарная генерирующая мощность ВИЭ в мире в 2010 г. составила 1320 ГВт. Возобновляемая энергетика развивается более чем в 150 странах мира, занимая в ряде стран 10 и более процентов в общем энергопотреблении (Исландия, Дания – 29%; Португалия – 18%; Филиппины – 17%; Испания, Финляндия, Германия – более 12%; Австрия – 11%; Нидерланды – более 10%). Возобновляемая энергетика будет и дальше интегрироваться в мировой рынок электроэнергии. Возрастание значимости расширенного использования ВИЭ является одной из характерных особенностей современной мировой энергетики.

В отличие от многих стран Россия обладает богатым потенциалом традиционных энергоресурсов, и в масштабах страны проблема поиска новых источников энергоснабжения не стоит столь остро. Следует подчеркнуть, что Россия является крупнейшим в мире производителем и экспортером энергоресурсов. Тем не менее, ряд ее регионов производят меньше энергоресурсов, чем им необходимо. Доля электроэнергии, вырабатываемой в России с использованием возобновляемых источников, в 2008 году составила около 1% без учета ГЭС мощностью свыше 25 МВт, с учетом последних – свыше 17%. Общая мощность электрогенерирующих установок и электростанций России, использующих ВИЭ, составляет 500 МВт.

Для оценки экологического приоритета энергетических объектов использующих ВИЭ, автор рассмотрел спектр воздействий объектов топливно-энергетического комплекса на природную среду. Воздействие проявляется при осуществлении трех аспектов в процессе энергоснабжения: а) добычи, переработки и транспорта энергоресурсов; б) генерации тепловой и электрической энергии и в) транспорта энергоносителей.

При этом каждый вид энергоснабжения имеет специфический спектр воздействия. Для наиболее распространенных объектов теплоэнергетики присущи следующие виды загрязнения окружающей среды:

- выбросы в атмосферу в виде пыли, окислов серы, азота, углерода;
- твердые отходы (зола, шлак);
- сброс отработанных вод, содержащих нефтепродукты, взвеси, растворимые соединения металлов;
- тепловые низкопотенциальные выбросы;
- влияние электромагнитных полей;
- шумовое воздействие.

Основными компонентами химического загрязнения являются горючие материалы, содержащие углерод, водород, в меньших количествах – серу, следы металлов и их соединений (чаще всего оксидов и сульфидов). Сопоставление усредненных показателей по загрязнению атмосферы продуктами сгорания теплоэлектростанцией (ТЭС) при работе на различных видах топлива, проведенное В.П. Ануфриевым, А.В. Чазовым (2006), показало, что наиболее сильными загрязнителями обладают угли – каменный и бурый.

Основные преимущества использования ископаемого топлива в теплоэнергетике заключаются в высокой плотности получаемой энергии, обеспечивающей возможность создания развитой технологической базы и сопутствующей инфраструктуры. Главный недостаток: топливная энергетика – один из основных источников загрязнения атмосферного воздуха и водных объектов. Кроме того, для передачи электроэнергии от крупных энергетических объектов требуется строительство линий электропередач (ЛЭП) различной мощности. Влияние электромагнитных полей ЛЭП оказывает общее негативное влияние на жизнедеятельность организмов и сказывается на здоровье населения (как один из негативных факторов, влияющих на сердечнососудистые заболевания, злокачественные новообразования, младенческую смертность и т.д.) (Беляев и др., 1988; Алешина, 2011).

Неоднозначно и влияние ГЭС на окружающую среду, т.к. на месте естественного водотока возникает техногенный объект с искусственным регулированием природных процессов, что, как правило, сопровождается созданием водохранилищ, что влечет за собой ряд серьезных экологических, социальных и экономических последствий.

Возможность решения проблем водопользования и рекреации является одной из положительных сторон развития гидроэнергетики. Отмечена их жизнесберегающая функция, обусловленная спецификой гидроэнергетического ресурса как одного из видов ВИЭ. Например, выработка каждого млрд. кВтч электроэнергии на ГЭС вместо ТЭС приводит к уменьшению смертности населения на 100-225 чел/год (Кундас и др., 2009).

Использование ВИЭ в сочетании с современными технологиями энергосбережения – одно из немногих практически доступных средств, способных

реально повысить качество энергообеспечения потребителей и одновременно снизить техногенные нагрузки на среду обитания. Экологические параметры установок возобновляемой энергетики таковы, что каждая из них (ветроэнергетическая установка, фотоэлектрическая батарея, малая ГЭС) мощностью 500 кВт в год вырабатывает не менее 1 млн. кВтч электроэнергии, тем самым предотвращая, по сравнению с сопоставимой угольной станцией, эмиссию CO_2 на 750-1250 тонн, двуокиси серы на 5-8 тонн, окислов азота на 3-6 тонн (Безруких, 2005).

Влияние ВИЭ на окружающую среду зависит от вида и способа получения энергии, в таблице 1 представлены их экологические последствия от вовлечения в энергетику.

Таблица 1 - Неблагоприятные экологические последствия вовлечения в хозяйственный оборот возобновляемых источников энергии (без гидроэнергетики) (составлено автором).

Вид ресурса	Характеристика воздействия
A. Солнечная энергия	✓ возможность утечки рабочих жидкостей; ✓ опасность перегрева, возгорания систем; ✓ затемнение больших территорий солнечными концентратами; ✓ изменение теплового баланса, влажности в районе расположения станции; ✓ влияние опасного для живых организмов СВЧ-излучения космических солнечных электростанций
B. Энергия ветра	✓ акустическое воздействие (шум, инфразвук); ✓ нарушение эстетики ландшафта; ✓ электромагнитное излучение; ✓ локальные климатические изменения; ✓ опасность для мигрирующих птиц и насекомых, неблагоприятные воздействия на морских животных.
C. Энергия из биомассы	✓ выбросы твердых частиц, канцерогенных и токсичных веществ, окиси углерода, биогаза, этанола; ✓ изменение теплового баланса; ✓ взрывоопасность; ✓ истощение и эрозия почв (при возделывании технических культур); ✓ большое количество отходов в виде побочных продуктов (промывочные воды, остатки перегонки).

Так же под ВИЭ отводятся большие площади, что определяется их спецификой как ресурса (низкая плотность и непостоянство потока энергии). В то же время отведение земель под энергетические комплексы ВИЭ связано с несравненно более щадящим воздействием на почвенный и растительный покров в сравнении с промышленными зонами тепловых и атомных электростанций. Технологии строительства русловых и деривационных ГЭС снимают большую часть вопросов, связанных с затоплением земель.

Кроме энергоустановок на биомассе, ВИЭ не производят выбросов в атмосферу и не ставят задачу утилизации твердых отходов и теплового загрязнения. ВИЭ позволяют без ущерба для природы масштабировать до опреде-

ленного предела мощность вырабатываемой энергии. Негативная нагрузка от ВИЭ проявляется локально вблизи станций исключительно в тех случаях, когда они имеют большую мощность (более 4 МВт). При превышении 20-25% порога ВИЭ в энергобалансе региона возможны проблемы в энергосистемах из-за нестабильности выдачи мощности, обусловленные спецификой ресурса (Безруких, 2007).

Географические условия в горных регионах позволяют осваивать несколько видов ВИЭ и обуславливают их высокий потенциал для целей энергоснабжения, но их использование имеет свою специфику в разных горных системах. При этом опыт освоения ВИЭ в горных районах Центральной Азии (Республика Кыргызстан), Российской Федерации (республики Дагестан, Северная Осетия-Алания, Бурятия) показывает, что основная цель использования ВИЭ – покрытие энергетического дефицита в отдаленных и труднодоступных территориях при приемлемых экономических издержках, и лишь во вторую очередь – снижение воздействия влияние энергетического объекта на окружающую среду, в то время как в развитых странах превалирует их экологическая значимость.

Крупные энергоустановки, использующие углеводородное топливо, отрицательно воздействуют на окружающую среду. Необходимость его ввоза и утилизации отходов теплоэнергетики, низкая инверсионная активность в межгорных котловинах и долинах рек, к которым в основном приурочены крупные населенные пункты, при отсутствии крупного потребителя, делают строительство крупных ТЭС и ГЭС как экономически, так и экологически не целесообразным. Освоение ВИЭ, лишенных недостатков традиционной энергетики – это возможность для решения энергодефицита, что даст импульс социально-экономическому развитию горного региона.

2. Экологическая политика, проводимая в горном регионе с дисперсным характером расселения, недостаточным уровнем развития и доступности инфраструктурных коммуникаций, требует сочетания традиционных систем энергоснабжения и альтернативных возобновляемых источников энергии.

Преобладание сельского населения (более 70%), отсутствие развитой производственной и транспортной инфраструктуры в природно-климатических и географических условиях республики Алтай определили аграрный тип экономики.

В большинстве районов республики она построена преимущественно на отгонном животноводстве с крайне невысоким уровнем переработки сельскохозяйственного сырья (мясоперерабатывающая и молочная отрасли) и горной добычи. Промышленное производство в регионе представлено, в основном, небольшими предприятиями легкой, лесной, пищевой, промышленности строительных материалов, полиграфической отраслей.

Экологическая ситуация в регионе в целом удовлетворительная (Обзор состояния..., 2010). Существуют локальные очаги экологической напряженности (Горно-Алтайское ядро расселения). В развитии энергетики нужно учитывать исключительную роль региона в формировании речного стока Оби и сохранении биоразнообразия экосистем Сибири.

В то же время территория региона весьма перспективна для рекреационного освоения, которое до сих пор осуществляется в основном бессистемно на фоне низкого инфраструктурного обустройства. Количество туристов, ежегодно посещающих республику, постоянно увеличивается: с 500 тыс. чел. в 2005 г. до более 1 млн. чел. в настоящее время; 85% туристического потока приходится на традиционные места отдыха, расположенные в Майминском, Чемальском, Турочакском и Усть-Коксинском районах.

Одним из факторов, сдерживающих развитие турбизнеса в республике, является отсутствие надежной энергосистемы, что обусловлено радиальной структурой ЛЭП, высокой физической изношенностью распределительных электросетей. Регион практически не имеет собственных энергопроизводящих мощностей и фактически полностью зависит от поставок топлива и электроэнергии из соседних регионов.

Общее ежегодное потребление топливно-энергетических ресурсов в республике составляет 137,6 тыс. тонн условного топлива, 86% которого составляет производство тепловой энергии, 7% приходится на производство электроэнергии. Республика Алтай потребляет 450-500 млн. кВтч в год, больше половины которой (57%) – в зимний период с ноября по март.

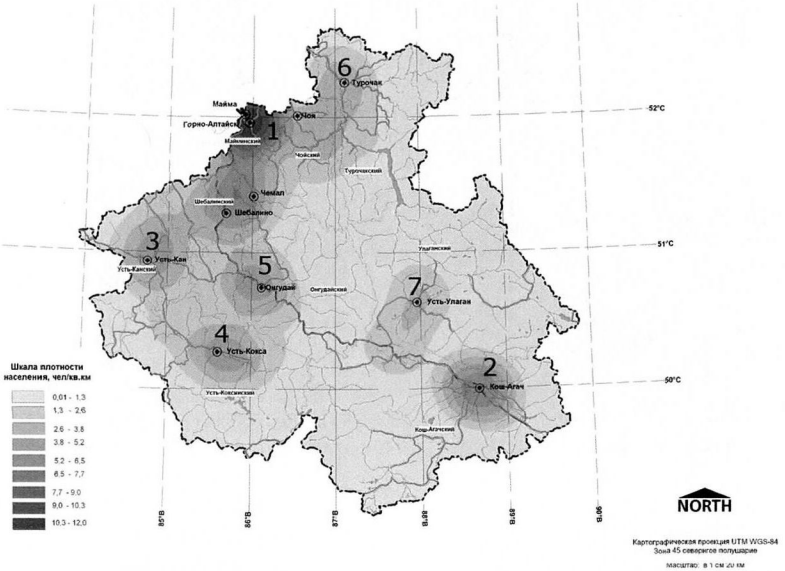

Рисунок 1 - Картосхема системы ядер расселения республики Алтай (составлено автором совместно с Е.П. Крупочкиным). Интервалы шкалы плотности рассчитаны автоматически, неравные интервалы обеспечивают наглядность и выделение ядер.

Основная доля электропотребления (44%) приходится на коммунально-бытовое потребление (население, предприятия социально-бытовой сферы, жилищно-коммунальное хозяйство). Сельскохозяйственные потребители расходуют незначительное количество электроэнергии. Рассчитанный автором коэффициент корреляции энергопотребления и населения в районах республики составил 0,97, что выявляет детерминирующую роль населения в формировании потребности электроэнергии.

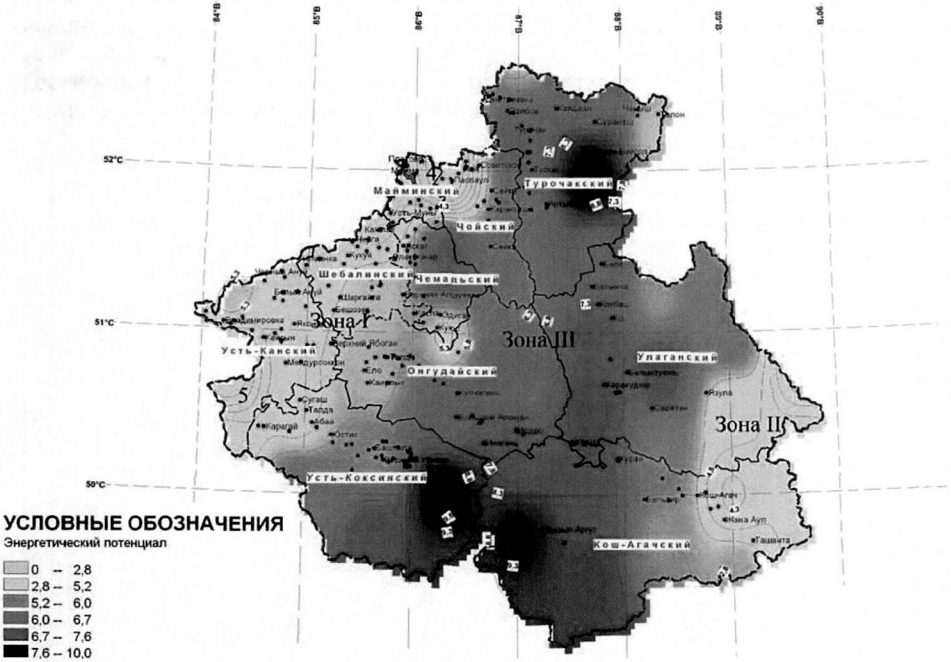

Рисунок 2 - Картосхема распределения энергетического потенциала ВИЭ в республике Алтай (составлено автором совместно с Е.П. Крупочкиным)

В среднем на одного человека в республике в 2010 г. приходилось 660 кВтч электроэнергии, по Сибири этот показатель равен 1162 кВтч на человека, в России – 900 кВтч на человека, т.е. в республике энергообеспеченность населения в 1,76 раз ниже, чем в СФО, и в 1,36 раз ниже, чем в среднем по стране.

Согласно нашим расчетам постоянному населению региона требуется 187,36 млн. кВтч в год, тогда как потребление категории «население и населенные пункты» в 2011 г. составили 164,178 млн. кВтч электроэнергии (Схе-

ма и развитие..., 2012). Следовательно, население недополучает как минимум 23,18 млн. кВтч электроэнергии, или 12,4% своей потребности.

Потребление электроэнергии туристами, рассчитанное автором по планируемым Министерством регионального развития России к вводу в 2014 г социальным нормам коммунальных услуг, должно составлять еще 45 млн. кВтч в летнее время. В качестве основы был взят норматив Нижегородской области в 50 кВтч на 1 чел в месяц – как одного из регионов пилотного проекта по их внедрению. Для будущих объектов рекреационного комплекса (всесезонный горнолыжный комплекс «Манжерок», особая экономическая зона «Алтайская долина» и др.) потребуется еще 67 МВт электроэнергии (586,92 млн. кВтч). А это практически столько, сколько потребляет республика сейчас. Все перечисленные туристско-рекреационные комплексы расположены в пределах централизованного энергоснабжения, дефицитного уже в настоящее время.

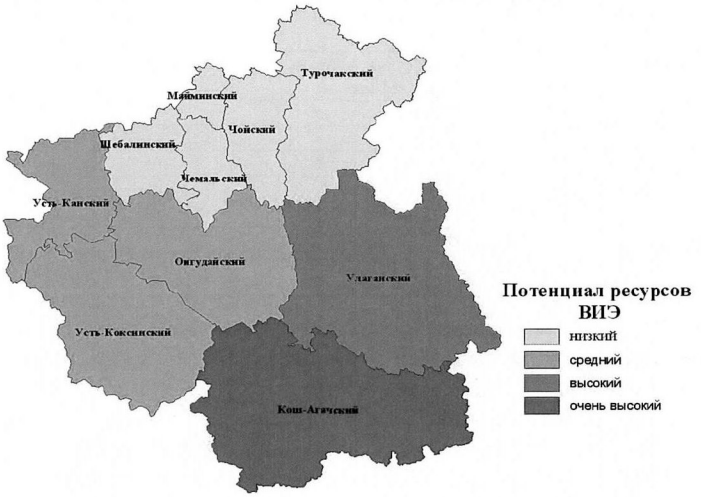

Рисунок 3 - Картосхема типологии районов республики Алтай по значению суммарного удельного нормированного потенциала ВИЭ (составлено автором).

С экономических и эксплуатационных позиций, опыт освоения ВИЭ в республике в 2002-2010 гг. показал целесообразность развития децентрализованного энергоснабжения на базе использования ВИЭ для поселений, расположенных в непосредственной близости от них, например, для удовлетворения нужд населения и сельскохозяйственных потребителей дисперсного распространения. Для выявления таких зон проведено исследование системы расселения на территории республики Алтай и ее энергетической инфраструктуры.

Население республики размещено крайне неравномерно. Большая часть населенных пунктов располагается вдоль рек Катунь, Бия и их притоков, в нескольких межгорных котловинах. Наибольшей густотой поселений отличаются среднегорные районы, в них сконцентрировано 54 тыс. чел или 37% населения республики, что составляет 34,9% сельского населения региона.

Изолинейная модель плотности населения позволила выделить на территории республики 7 ядер расселения I – IV порядков (обозначены цифрами на рисунке 1, в таблице 2).

В выделенных ядрах расселения проживает около 88% населения. При этом 16,74% населенных пунктов находятся вне выделенных ядер расселения, и, соответственно, вне надежной транспортной и коммуникационной доступности.

Таблица 2 - Ядра расселения населения в республике Алтай

№	Наименование ядра	Порядок	Зона влияния (районы республики Алтай)
1	Горно-Алтайское	I	г. Горно-Алтайск, Майминский, Чойский, Чемальский, Шебалинский
2	Кош-Агачское	II	Кош-Агачский
3	Усть-Канское	III	Усть-Канский
4	Усть-Коксинское		Усть-Коксинский
5	Онгудайское		Онгудайский
6	Турочакское	IV	Турочакский
7	Улаганское		Улаганский

В четырех районах республики значительная доля населенных пунктов (22,6%) не подключена к линиям электропередач: Улаганский (55,5% сел и 15,1% населения), Турочакский (43% сел и 14,2% населения), Чойский (47,6% сел и 9,5% населения), Кош-Агачский (44,4% сел и 8,2% населения). Таким образом, по расчетам автора 4,3% (5620 чел) сельского населения находятся в зоне децентрализованного энергоснабжения, остальное население 95,7% (125570 чел.) проживает в ареале централизованной энергосистемы, но испытывает постоянный дефицит электроэнергии (почасовая подача энергии, аварийные отключения и т.д.)

Зона децентрализованного энергоснабжения охватывает населенные пункты, расположенные в труднодоступных долинах рек Лебедь, Чулышман, Аргут, Джазатор, Большая Сумульта; в бассейне оз. Телецкое, в пределах горного хребта Иолго. Большинство этих населенных пунктов относятся к малым поселениям, хотя и вне системы централизованного энергоснабжения находятся такие населенные пункты как с. Балыкча (910 чел.) Улаганского района; с. Бийка (730 чел.) Турочакского и с. Уймень (365 чел.) Чойского районов.

На территории республики широкое распространение получили гелио- и гидроэнергетические ресурсы, так же возможно освоение энергии из биомас-

сы практически во всех сельскохозяйственных районах, тогда как ветровые и лесные ресурсы, пригодные для энергетических целей, менее распространены.

Разработка собственных угольных месторождений (Пыжинское каменноугольное и Талды-Дюргунское бурых углей) традиционно рассматривается в разных стратегических документах, но регулярно отклоняется, главным образом, по экологическим соображениям. Пыжинское каменноугольное месторождение расположено в зоне произрастания ценного кедра и выходов минеральных вод; угли Талды-Дюргунского месторождения не пригодны без предварительной подготовки – дегумификации. Использование торфа в энергетических целях не рассматривается из-за недостаточности их запасов.

В настоящее время в республике древесина для энергетических нужд используется населением в качестве дров для отопления и приготовления пищи, учет которых затруднителен.

Геотермальные ресурсы республики слабо изучены; перспективы освоения источников низкопотенциального тепла имеются в северных низкогорных районах, где присутствие многолетнемерзлых пород минимально.

Таблица 3 - Потенциальные ресурсы ВИЭ республики Алтай, кВтч в год

Наименование ресурса	Потенциал	Примечание
Гелиоэнергетический	54,00 трлн. кВтч	Концепция энергетической политики..., 1994
Ветроэнергетический (технический)	109,73 млн. кВтч	Авторская оценка
Энергия низкопотенциального тепла	162,82 млн. кВтч	Безруких П.П. и др., 2007
Энергия из лесной биомассы	18,72 млрд. кВтч	Безруких П.П. и др., 2007
Энергия из биомассы (животноводство)	3,14 млрд. кВтч	Авторская оценка
Гидроэнергетический (технический)	171,94 млрд. кВтч	Авторская оценка

Результаты проведенных оценок гелио-, био-, гидро- и ветроэнергетических ресурсов региона представлены в таблице 3. При этом исчисление гидроэнергетического потенциала поверхностного стока осуществлялось на основе обработки гипсометрических карт и карт изолиний среднегодового стока воды с суши.

Для расчета использовались показатели: среднемноголетний годовой сток (л/с на км^2), среднегодовой расход воды (м^3/с), площадь бассейна (км^2), высота падения (м). Использование водной энергии при гидроэнергостроительстве основывается на техническом потенциале, т.к. потенциальные энергоресурсы представляют собой теоретически возможную величину, для приближенной оценки применяются следующие коэффициенты в зависимости от среднегодовой энергии водотока:

15-100 млн кВтч – 0,2; 100-200 – 0,3; 200-300 млн кВтч – 0,4 (Константинов и др., 1998).

Оценки ветроэнергетического потенциала осуществлены путем расчета усредненных показателей (многолетняя средняя скорость, площадь территории, на которую перпендикулярно дует ветер) с поправочным коэффициентом на высоту флюгера. Технический потенциал ветра в 100 раз меньше валового определенного при усредненных показателях.

Для оценки энергии из биомассы был рассчитан потенциальный объем выхода биогаза из отходов животноводческой отрасли республики. Зная нормативный выход навоза от одной головы скота за год, количество скота в хозяйствах всех категорий, нормативы получения метана из различного материала, можно вычислить выход биогаза из органического сырья. Дальнейший рост запасов данного ресурса определяется уровнем развития агропромышленного комплекса региона и технологическими возможностями утилизации.

На наш взгляд, энергосистема республики оказывает большое влияние на экологическую ситуацию в регионе, которое проявляется пока локально в виде воздействия от линий электропередач (электромагнитные поля, вырубка леса), источников производства тепловой энергии (котельных). Покрытие дефицита электроэнергии требует ввода генерирующих мощностей с учетом экологической политики проводимой в регионе.

Согласно проведенным исследованиям можно сделать вывод, что основные ядра расселения уже сложились, но сама система все еще находится в стадии формирования, что характеризуется наличием дисперсного расселения, недостаточным уровнем развития инфраструктурных коммуникаций.

Надежная и гибкая децентрализованная энергосистема с возобновляемыми источниками энергии поможет обеспечить устойчивое энергоснабжение отдаленных населенных пунктов, сохранить экологическую и повысить рекреационную ценность Алтая.

3. Интегральная оценка возобновляемых энергоресурсов республики Алтай показала, что их вовлечение в республиканскую энергосистему позволит решить задачу энергоснабжения в отдаленных населенных пунктах, расположенных в условиях высокогорья.

Для интегральной оценки энергетического потенциала республики, представляющей, на наш взгляд, синтез частных показателей оценок отдельных видов энергоресурсов в единое обобщающее целое, и ее пространственной интерпретации был реализован метод расчета полей плотности. Для ветровой энергии опорные точки сформированы на основе сети метеостанций, для гидроэнергии – на основе сети гидропостов, для гелиоэнергетического потенциала – на основе регулярной сети трапеций Л.М. Севастьяновой и В.В. Севастьянова. Был проведен перевод полученных значений в балльную систему с последующим их объединением, выделив следующие уровни энергетического потенциала ВИЭ: очень низкий (<2,8 балла), низкий (2,8-5,2 балла), средний (5,2-7,6 балла), высокий (7,6-10 балла).

Анализ распространения гелио-, ветро-, гидроэнергетических ресурсов на территории республики показал, что пространственное распределение потенциала ВИЭ неравномерно и определяется физико-географическими особенностями (рисунок 2, таблица 4).

При зонировании энергетического потенциала ВИЭ используется принцип выделения территорий с различной интенсивностью его плотности в различных физико-географических условиях

На изучаемой территории автором выделены три локальных ядра концентрации потенциала ВИЭ и две депрессии, которые обозначены цифрами на рисунке 2. Локальные ядра концентрации ресурсов ВИЭ расположены в зоне III: одно – на севере республики, 2 – на юге. Турочакское ядро (1) расположено в окрестностях оз. Телецкое (9,8 баллов). Усть-Коксинское ядро (2) – локальная концентрация ВИЭ (Катунский хребет) на территории юга Усть-Коксинского района (9,8 баллов).

Кош-Агачское ядро (3) расположено в юго-западной части Кош-Агачского района. В центре ядра локальная концентрация ВИЭ достигает 9,3 балла.

В зоне I с низким энергетическим потенциалом выделены участки с низкими показателями: Майминская депрессия (4) – расположена в Майминском и охватывает север Чойского районов. На данном участке расположено Горно-Алтайское ядро расселения. Усть-Канская депрессия (5) – располагается на юге Усть-Канского района, занимает незаселенную область.

Практически все населенные пункты, расположенные вне ядер расселения, находятся в областях со средними и высокими значениями энергетического потенциала ВИЭ – в зоне III.

Таблица 4 - Зонирование энергетического потенциала ВИЭ республики Алтай (составлено автором).

Наименование	Показатели энергетического потенциала ВИЭ, баллы	Физико-географическая провинция	Районы республики Алтай
Зона I	3,3-5,2	Северо-Алтайская, Северо-Западная Алтайская	Майминский, Шебалинский, Усть-Канский. Северо-западная часть Чойского, Усть-Коксинского и Онгудайского, север и юг Чемальского.
Зона II	2,8-4,8	Юго-Восточная Алтайская	Юго-востокУлаганского, восточная часть Кош-Агачского.
Зона III	5,8-7,6	Северо-Восточно Алтайская, Центрально-Алтайская, Юго-Восточная Алтайская	Южные части Чойского, Турочакского, Онгудайского и Усть-Коксинского. Центральная область Чемальского. Северо-запад Улаганского и Кош-Агачского

Для получения картины, соответствующей фактическим условиям обеспеченности населения ресурсами ВИЭ, при анализе использовались удельные показатели, отнесенные к численности сельского населения в районе, поскольку именно оно является основным потребителем энергии, которая может быть получена с объектов ВИЭ.

Характеристика общей обеспеченности ресурсами ВИЭ (СУНП) оценивалась по формуле (Нефедова, 2007):

$$S_i = \sum_{j=1}^{m} \frac{x_{ij} - x_j^0}{x_j^{max} - x_j^0} \quad i=1,2,3\ldots n,\ j=1,2,3\ldots m$$

где n – количество территориальных единиц, m – количество показателей потенциала ресурсов (x_{ij}), x_j^0 – наименьшее значение (по каждому показателю ВИЭ), x_j^{max} – наиболее отличающееся от x_j^0 значение показателя.

В качестве основных показателей потенциала отдельных видов ресурсов ВИЭ были использованы:

- удельный технический потенциал ветроэнергетических ресурсов, тыс. кВтч/чел;
- удельная мощность перспективных малых ГЭС (<3 МВт), кВт/чел;
- среднее по территории района значение среднегодового прихода суммарной солнечной радиации на единицу площади за сутки, кВт/м^2;
- потенциал энергии биомассы, кг у.т./чел.
- численность сельского населения в районах по состоянию на 01.01.2012 г. (по материалам Территориального органа ФСГС по Республике Алтай).

Для оценки перспектив развития малой энергетики (МГЭС) использованы данные, приведенные в Стратегии развития энергетики республики Алтай (2004). Для оценки потенциала энергии биомассы были проведены собственные расчеты, базирующиеся на показателях развития животноводства как ведущей отрасли сельского хозяйства региона.

В результате были выделены следующие уровни потенциала ресурсов ВИЭ в районах республики: очень высокий (СУНП>2,5), высокий (СУНП≥2,0), средний (СУНП≥1,0) и низкий (СУНП<1,0) – рис. 3.

Наибольшей обеспеченностью ресурсами ВИЭ характеризуется Кош-Агачский район (СУНП=2,6). В этом высокогорном районе – хорошие условия инсоляции (3,98 кВт/м^2), ветроэнергетический потенциал сконцентрирован локально в долине р. Чуя (1,04 тыс. кВтч/чел.), относительно развито животноводство, которое может произвести до 4 кг у.т./чел., и район обеспечен гидроэнергетическими источниками, в т.ч. для развития малой энергетики (0,48 кВт/чел.).

Высоким уровнем обеспечения ВИЭ обладает высокогорный Улаганский район (СУНП=2,45), характеризуется самой высокой обеспеченностью мощностями перспективных МГЭС (6,38 кВт/чел.) и хорошими условиями солнечной инсоляции (3,65 кВт/м^2). Обеспеченность ветроэнергетическими ресурсами (0,75 тыс. кВтч/чел.) и энергией биомассы (2,13 кг у.т./чел) относительно невелика.

Средний уровень обеспеченности ресурсами ВИЭ характерен для среднегорного Онгудайского (СУНП=1,96), Усть-Канского (СУНП=1,82) и высокогорного Усть-Коксинского (СУНП=1,68) районов. Причем Усть-Канский район характеризуется самым высоким потенциалом для развития биоэнергетики (6,73 кг у.т. на чел.); Усть-Коксинский район – высокой водообеспеченностью, и обеспечен мощностями для малой гидроэнергетики (1,03 кВт/чел.) и ветроэнергетическими ресурсами (1,05 тыс. кВтч/чел.). Онгудайский район обеспечен всеми видами ВИЭ, но их потенциал не высок. Большие территории в этих районах занимают межгорные котловины, чье понижающее влияние отразилось на показателях ВИЭ.

Северные низко- и среднегорные районы характеризуются относительно низким потенциалом ВИЭ (СУНП<1). В эту группу вошли Майминский, Турочакский, Чемальский, Шебалинский и Чойский районы. Турочакский район показывает относительно высокую обеспеченность населения энергией ветра (1,27 тыс. кВтч/чел.).

Зона малоперспективного освоения ВИЭ. Охватывает северные районы республики: Турочакский, Чойский, Майминский и Шебалинский.

Турочакский район характеризуется довольно высокими показателями энергетического потенциала ВИЭ, в основе которого – гидроэнергетический ресурс бассейна р. Бия. При фактически низком потенциале энергии ветра, интегральная оценка показывает относительно высокую обеспеченность населения ветроэнергетическим ресурсом. Это объясняется высотой измерений (50 м) и малочисленностью постоянного населения (формирующееся ядро расселения IV порядка). Инфраструктура района еще слаборазвита, существенная доля сельского населения проживает вне централизованной энергосистемы. Близость основного ядра расселения региона и наличие в районе одной из «точек соединения» ЛЭП с энергосистемой Алтайского края, а также большая площадь территории под Алтайским заповедником, делает создание собственных энергогенерирующих мощностей в районе не целесообразным.

В Чойском, Майминском, Чемальском и Шебалинском районах проживает основная масса постоянного населения республики – зона влияния Горно-Алтайского ядра расселения (в рамках 1-1,5 часовой доступности). В Майминском и Шебалинском районах есть магистральные ЛЭП соединенные с энергосистемой соседнего субъекта РФ, рельеф не препятствует развитию энергетической и транспортной инфраструктуры, которая более развита, чем

в других районах республики. Рекомендуется развивать транспортную инфраструктуру и ЛЭП.

Применение технологий ВИЭ целесообразно лишь в отдаленных населенных пунктах для получения электроэнергии.

Зона перспективного освоения ВИЭ охватывает Усть-Канский, Онгудайский, Усть-Коксинский, Улаганский и Кош-Агачский районы. Энергетическая и транспортная инфраструктуры здесь слаборазвиты, широкое распространение получили сезонные автономные потребители (турбазы, кемпинги, чабанские стоянки). В среднегорных районах насчитывается не менее 2-х видов ВИЭ, и они характеризуются средним показателем СУНП. Южные высокогорные районы республики – Усть-Коксинский, Улаганский и Кош-Агачский, по результатам нашего исследования оцениваются, как перспективные для развития генерирующих мощностей энергосистемы, отличают высокие показатели энергетического потенциала ВИЭ и СУНП. Рекомендуется развивать энергогенерирующую базу для районных энергосистем.

Проведенные исследования показали, что ведущие позиции ВИЭ могут занять в энергоснабжении отдаленных Кош-Агачского и Улаганского районов, вспомогательную роль в Онгудайском, Усть-Коксинском и Усть-Канском. В северных низкогорных районах (Шебалинский, Чемальский, Майминский, Чойский, Турочакский) роль ВИЭ в энергоснабжении незначительна.

Выводы

1. Изучение мирового опыта развития энергетики показало, что развитие технологий освоения ВИЭ в составе систем централизованного энергоснабжения, их высокая экологическая и социальная значимость становится основным приоритетом энергетической политики в развитых странах. Российский опыт демонстрирует, что в горных регионах освоение ВИЭ позволяет решать задачи покрытия энергетического дефицита в децентрализованных системах энергообеспечения.

2. Анализ системы расселения республики Алтай позволил выделить на территории республики 7 ядер расселения населения, расположенных в долинах рек и на узлах автодорожной сети. Выявлено, что потребность в электроэнергии в значительной мере детерминирована сложившейся системой расселения и плотностью населения.

3. Интегральная оценка потенциала показала, что республика Алтай обладает высоким потенциалом ВИЭ. Разработанная картосхема распределения энергетического потенциала ВИЭ (гидро-, ветро-, гелиоресурсов) республики Алтай демонстрирует его крайне неравномерное размещение.

4. Выполненная типизация территории республики по степени обеспеченности ресурсами ВИЭ (гелио-, ветро-, гидроэнергетические и энергия биомассы) позволила выявить, что высоким потенциалом освоения ВИЭ обладают южные высокогорные районы – Кош-Агачский и Улаганский, где они могут стать ведущими факторами развития энергетической системы.

ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ РАБОТЫ

1. Красноярова Б.А., Суразакова С.П., **Епишев К.М.** Республика Алтай – проблемы и перспективы развития / Проблемы региональной экологии. № 6, 2008. С.186-189.
2. Винокуров Ю.И., Зиновьев А.Т., **Епишев К.М.** Экологические аспекты развития гидроэнергетики в Сибири [Текст] / Ползуновский вестник. № 4-2. 2011. С.47-51.
3. **Епишев К.М.** Возобновимые источники энергии в горных регионах (на примере Республики Алтай) / Роль биоразнообразия в экономике и экологии горных территорий // Материалы научно-практ. конференции, посвященной 10-летию со дня образования Алтайского филиала ЦСБС «Горно-Алтайский ботанический сад» (Республика Алтай, с. Камлак, 16-20 августа 2004 г.). – Горно-Алтайск: 2005. – С. 56.
4. **Епишев К.М.** Возобновляемые источники энергии в приграничных горных регионах / Проблемы устойчивого использования трансграничных территорий: Материалы Международной конференции./ Под ред. П.Я. Бакланова, С.С. Ганзея – Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2006. - С.23-26.
5. **Епишев К.М.** Особенности возобновляемых источников энергии в горных регионах (на примере Республики Алтай) / География и природопользование Сибири: сборник статей/ под ред. Г.Я. Барышникова – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2006. – Вып. 8. С. 43-47.
6. **Епишев К.М.** Освоение возобновляемых источников энергии в Республике Алтай / Тезисы докладов ежегодных конференций молодых ученых ИВЭП СО РАН за 2002-2007 годы – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2007. - С. 48-49.
7. **Епишев К.М.** Оценка гидроэнергетических ресурсов рек Республики Алтай / Тезисы докладов ежегодных конференций молодых ученых ИВЭП СО РАН за 2002-2007 годы – Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2007. - С. 78-79.
8. **Епишев К.М.** Освоение гидроэнергетических ресурсов в Обь-Иртышском бассейне на примере Алтая / Водные проблемы крупных речных бассейнов и пути их решения / Барнаул: Изд-во ООО «Агентство рекламных технологий», 2009. - С.30-31.
9. Vinokurov Yu.I., Puzanov A.V., Zinoviev A.T., **Epishev K.M.** Ecological and water – related problems of hydropower development in Siberia and Altai [Text]// Proceedings of AASA Regional Workshop on "The Roles of Academies of Sciences in Water and Energy Problems in Central Asia and Ways for Their Solution"/ Compilation by T.V. Tuzova, A.Z. Dzhumanazarova; The National Academy of Sciences (NAS KR) – Bishkek, 2011. - P.170-175.

Подписано в печать 31.10.2012. Формат 60x84 1/16.
Печать – цифровая. Усл.п.л. 1,16.
Тираж 100 экз. Заказ 2012 - 533

Отпечатано в типографии АлтГТУ,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46
тел.: (8–3852) 29–09–48

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД №28–35 от 15.07.97 г.