

## РАЗВИТИЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И РИСКИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

*Погорелов А.Р.*

*ФГАОУ ВО Дальневосточный федеральный университет,  
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, д.8;*

*e-mail: pogorelov\_ar@mail.ru*

*поступила в редакцию 28 января 2018 года*

### **Аннотация**

Камчатский край – один из самых отдаленных регионов нашей страны, который обладает уникальным природно-ресурсным и энергетическим потенциалом. В статье рассмотрено современное состояние и перспективы развития топливно-энергетического комплекса Камчатского края. Проведен обзор возможных рисков здоровью человека, в т.ч. для камчатского населения. Выполнено оценивание потенциальных рисков здоровью населения от общего воздействия различных видов электроэнергетики (по отношению к основным классам болезней). Представленный обзор может иметь практическую значимость для дальнейшего планирования медико-экологических мер рациональной организации строительства, эксплуатации и развития локальных энергетических систем, включенных в разноранговые территориальные природно-ресурсные и социально-экономические структуры Камчатского края.

**Ключевые слова:** *энергетика, окружающая среда, природопользование, охрана здоровья, экологическая безопасность, Камчатский край.*

**Введение.** Энергетика – одно из перспективных направлений социально-экономического развития Камчатского края. В принятой в 2009 г. «Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г.» [1] «топливно-энергетический комплекс» признан приоритетным направлением регионального развития. Краевые власти декларируют, что развитие топливно-энергетического комплекса в субъекте – долгосрочный процесс, требующий крупных экономических и трудовых затрат [2]. В целом это связано с тем, что энергетика Камчатского региона представляет собой изолированную энергосистему с отсутствием возможностей ее включения в энергосистему Дальневосточного макрорегиона.

Несмотря на относительно невыгодное экономико-географическое и геополитическое положение Камчатского края среди остальных субъектов Дальнего Востока России [3], в данном регионе сосредоточен уникальный природно-ресурсный потенциал для развития различных направлений топливно-энергетического комплекса. В настоящее время возможности природно-ресурсного потенциала активно используются в различных районах края и будут задействованы в долгосрочном развитии [4-6]. Развитие энергетических систем в специфичных природных условиях Камчатского края требует разработки мер по рациональному природопользованию и обеспечению медико-экологической безопасности.

Основная цель настоящей работы заключалась в системном обзоре перспективных направлений развития энергетической сферы Камчатского края и оценивании потенциальных рисков для здоровья местного населения.

**Основная часть.** Воздействие энергетики на окружающую среду обуславливает различные риски для здоровья населения, выраженность которых зависит от качества обеспечения медико-экологической безопасности территорий, в пределах которых формируются, функционируют и развиваются всевозможные энергосистемы. По ориентировочным оценкам экспертов, отмечается, что выбросы топливно-энергетического комплекса обуславливают примерно 15-20% дополнительной смертности населения, связанной с загрязнением атмосферного воздуха [7]. В Камчатском крае функционируют 4 направления энергетического комплекса: тепловая, гидроэнергетика, ветровая и

геотермальная. Некоторые перспективы имеют приливная и атомная энергетика, появление которых пока отсрочено на неопределенное время. Современная энергосистема региона состоит из центрального энергоузла (ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 в Петропавловске-Камчатском, Верхне-Мутновская и Мутновская ГеоЭС, Томачевские ГЭС) и изолированных объектов дизельной и ветровой генерации в отдаленных районах.

Тепловая энергетика – ведущий и основной сегмент в структуре электроэнергетики Камчатского края. Общая региональная доля тепловой энергетике от всей вырабатываемой энергии – 81,6% [8]. Теплоэнергетика направлена на получение необходимых видов энергии (механической, электрической и т.д.) путем преобразования теплоты, выделяемой при сгорании минеральных топлив, горючего. ТЭС оказывает воздействие в основном на все природные компоненты окружающей среды (атмосферный воздух, почвы, растительность и пр.) и здоровье человека. Основными загрязнителями атмосферы являются диоксиды углерода и азота, летучая пыль (зола), оксиды серы. Вклад ТЭС в загрязнение атмосферы оценивается в 24-25% [9]. В зависимости от состава топлива в воздух попадают также другие поллютанты (например, при сжигании угля в атмосфере может рассеиваться мышьяк, уран, ртуть и др.) [10]. Все это способствует обострению у населения бронхолегочных патологий, отеков легких, аллергических реакций [11,12]. Диоксид азота может воздействовать на иммунную систему, обуславливая риск обострения хронических заболеваний. Отмечаются негативные воздействия оксида углерода на болезни системы кровообращения (например, инфаркт миокарда) [13,14]. В некоторых населенных пунктах, где размещены крупные ТЭЦ, работающие на угле, высокая степень загрязнения атмосферного воздуха может быть причиной большего количества дополнительных смертей [7]. Тепловая энергетика напрямую или косвенно воздействует на различные физиологические системы организма человека, определяя широкий ряд экологически-обусловленных патологий (новообразования, болезни крови, кожи, подкожной клетчатки и т.д.).

Территория Камчатского края, как отмечалось ранее, фактически имеет изолированное положение и по оценкам экспертов не богата топливными ресурсами, что обусловило ее зависимость от привозного топлива. Большинство ТЭЦ работает на привозном мазуте, который является одним из дорогих видов топлива, а также угле (в регионе имеются отдельные месторождения, отличающихся труднодоступностью и некачественными ресурсами). В связи с этим, относительно недавно со стороны федеральных и региональных властей усилился интерес к изучению и освоению нефтегазоносных районов [15]. В 2009 г. закончено строительство транскамчатского газопровода Соболево (Кшукское месторождение) – Петропавловск-Камчатский. В регионе продолжает формироваться локальный центр газодобычи, основной задачей которого является обеспечение газом г. Петропавловск-Камчатский. Отмечается, что переход энергообъектов с угля на природный газ существенно изменяет выбросы твердых веществ и газов (диоксиды углерода, серы, азота), в т.ч. происходит нарастание объемов газообразных углеводородов [11,16]. В связи с этим, часто отмечаются позитивные сдвиги в состоянии здоровья местного населения, проживающего близ ТЭС. Прямого (т.е. исключая косвенные компоненты) вредного воздействия газообразных углеводородов в окружающем воздухе на здоровье человека не обнаружено [17]. Хотя отмечается, что углеводороды могут влиять на эндокринный аппарат организма, сердечно-сосудистую систему, нарушать функции печени, приводят к снижению в крови содержания гемоглобина и эритроцитов [18]. Все же нельзя говорить о более полном вреде функционирующих на угле ТЭС в пользу природного газа. При внедрении ряда экологически чистых и эффективных технологий сжигания угольного топлива значительно снижаются медико-экологические риски здоровью населения.

Гидроэнергетика – получение энергии от текущей воды – со строительством плотин или без него. Выработка электроэнергии на ГЭС считается относительно чистым с экологической точки зрения способом ее получения, т.к. она не сопровождается такими отрицательными воздействиями, как загрязнение атмосферы, сброс нагретой воды, образование шлама, золы, радиоактивных отходов и т.д. ГЭС не требуют добычи и транспортировки топлива, которые

являются дополнительными источниками негативного влияния на природу. Эксплуатируемые в настоящее время на Камчатке в Усть-Большерецком районе Толмачевские ГЭС не несут каких-либо медико-экологических или медико-географических угроз, что обусловлено включением естественного озера Толмачево (как водохранилище) в работу ГЭС и ее отдаленностью от населенных пунктов. ГЭС – относительно безопасные источники получения электроэнергии, за исключением аварийных ситуаций. Наиболее опасны прорывы плотин, их влияние в рассматриваемом случае возможно лишь на обслуживающий персонал и местных рекреантов. В связи с низкой нозогенностью территории Усть-Большерецкого района по комплексу природно-очаговых болезней – снижение водообмена в Толмачевском озере не несет опасности для населения.

Атомная энергетика – область техники, основанная на использовании реакции деления атомных ядер для выработки теплоты и производства электроэнергии. Ранее существовали проекты по строительству АЭС в Камчатском крае, которые к сегодняшнему дню утратили интерес со стороны региональных властей (связано со сложностью и высокой экономической затратностью возведения объектов атомной энергетике в условиях сейсмической активности и достаточности электроэнергетического потенциала региона).

Специфичность природных условий Камчатского края предопределила реальные возможности широкого развития нетрадиционных видов энергетике (ветровая, приливная, геотермальная). На Камчатке в районе Пенжинской губы наблюдаются самые высокие в России приливы – до 13,4 м [19]. С советского периода обсуждаются планы строительства Пенжинской ПЭС мощностью 87 ГВт. На сегодня подобные мощности избыточны и не востребованы, в связи с чем проект развития приливной электроэнергетики приостановлен. Тем не менее, при возможной эксплуатации ПЭС в будущем – изменение компонентов природной среды будет осуществляться в пределах вариаций, происходящих в природных условиях с практически полным отсутствием вредного влияния на здоровье людей [11].

Геодинамическая активность Камчатского региона обусловила наличие огромного геотермального потенциала. В 1966 г. построена первая в нашей стране ГеоЭС – Паужетская, мощность которой в настоящее время составляет 12 МВт. В 1999 г. возведена Верхне-Мутновская ГеоЭС, затем в 2003 г. в эксплуатацию запущена крупнейшая геотермальная электростанция в России – Мутновская ГеоЭС (мощность 50 МВт). Доказано, что основная опасность геотермальной энергии заключается в содержащихся в ней ядовитых газах и минералах, таких как ртуть, сероводород, аммиак и мышьяк, идущих на поверхность вместе с горячей водой. Кроме этого, добыча геотермальной энергии осложняется работой с иными опасными газами и материалами (двуокись углерода, сероводород, метан и аммиак) [11,17], которые могут принести вклад в загрязнение атмосферного воздуха, а также внутренних вод, почв и биотических компонентов. Таким образом, ГеоЭС обуславливают загрязнение атмосферы сероводородом, метаном, водородом, азотом, парами ртути, радием, радоном и др., а также загрязнение поверхностных и подземных вод ртутью, кремнеземом и аммиаком [10,20]. Негативное воздействие на здоровье и жизнедеятельность человека вблизи электростанции вызывают шумовое воздействие и вибрация, тепловое загрязнение атмосферы и вод. Дополнительные риски связаны с напряженностью сейсмической обстановки в районах расположения ГеоЭС. Землетрясения могут навредить электростанции, вызвав косвенные риски состоянию местного населения. В Камчатском же крае данные риски минимальны для всего населения Камчатского края, что связано с отдаленностью расположения ГеоЭС от населенных пунктов и их труднодоступностью. Кроме этого, запас прочности конструкций рассчитан на случай землетрясений мощностью до 9 баллов включительно.

Ветровая энергетика имеет ряд неблагоприятных воздействий для здоровья населения, проживающего близ энергообъектов. Особую опасность представляют шумовое воздействие и вибрация, способные вызвать патологии уха, нервной и сердечно-сосудистой систем, расстройства поведения, в т.ч. повышенный шум может стать причиной бессонницы, быстрого утомления, агрессивности, а также в отдельных случаях способствовать серьезному расстройству психики [9,18]. Изменение микроклимата под воздействием многочисленных

ветроэнергоустановок повышают опасность возникновения анемопатического синдрома у метеолабильных групп населения. Несмотря на отмеченные недостатки, ветроэнергетика остается одним из самых безопасных видов электрогенерации, а возможные риски здоровью обычно сводятся к минимуму. В Камчатском крае ветровые энергоустановки построены на западном побережье в Октябрьском районе.

С помощью балльного метода автором осуществлена оценка потенциальных рисков здоровью населения от общего воздействия различных видов электроэнергии (таблица 1). В таблице 1 приняты следующие условные обозначения: общие (ВЭЭ – вид электроэнергетики, ОКБ – основной класс болезней, КК – поправочный коэффициент воздействия в условиях Камчатского края,  $\Sigma_{\text{КК}}$  – итоговая сумма баллов потенциального воздействия вида электроэнергии на здоровье населения Камчатского края) и основные классы болезней (И – некоторые инфекционные и паразитарные болезни, Д – болезни органов дыхания, К – болезни системы кровообращения, Кр – болезни крови, Н – болезни нервной системы, Э – болезни эндокринной системы, У – болезни уха и сосцевидного отростка, Г – болезни глаза и придаточного аппарата, То – травмы и отравления, Но – новообразования, Пр – психические расстройства и расстройства поведения, Км – болезни костно-мышечной системы, М – болезни мочеполовой системы, Ко – болезни кожи и подкожной клетчатки, П – болезни органов пищеварения). Суть оценки заключалась в экспресс-анализе общего влияния какого-либо вида электроэнергии на потенциальное возникновение конкретных групп заболеваний (основных классов болезней по МКБ-10).

Таблица 1. – Потенциальные риски здоровью населения (по основным классам болезней) от воздействия различных видов электроэнергетики (условные обозначения представлены в тексте).

ВЭЭ / ОКБ	И	Д	К	Кр	Н	Э	У	Г	Но	Пр	Км	М	Ко	П	То	$\Sigma$	КК	$\Sigma_{\text{КК}}$
Тепловая (природный газ)	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	8	1,0	8,0
Тепловая (уголь/мазут)	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	9	1,0	9,0
Гидро	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	2	0,1	0,2
Атомная	-	-	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	-	+	7	0,0	0,0
Ветровая	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	3	0,8	2,4
Приливная	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	1	0,0	0,0
Геотермальная	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	4	0,1	0,4

Потенциальность влияния определялась на основе обобщенных достоверных, т.е. научно-обоснованных и имеющих доказательную базу, данных в литературных источниках. Потенциальное влияние на конкретный класс болезней отмечалось соответствующим знаком («+» – наличие признака; «-» – отсутствие признака). В дальнейшем для каждого вида электроэнергии (тепловая, отдельно функционирующие на природном газе или угле/мазуте; гидро-, атомная, ветровая, приливная, геотермальная) были просуммированы установленные значения по основным классам болезней и введены поправочные коэффициенты (КК). Поправочный коэффициент медико-экологического потенциального воздействия отдельных видов электроэнергии в условиях Камчатского края определялся экспертным методом на основе объективных данных о наличии энергообъектов в регионе и их территориальной приближенности к местному населению, среди которого могут быть выявлены реальные случаи заболеваний. В конечном итоге получены суммы баллов (с поправочным коэффициентом), показывающие уровень потенциального риска негативного воздействия различных энергосистем на здоровье населения Камчатского края. Важно отметить, что результаты настоящей оценки достаточно условны, но способны представить предварительную общую картину возможных рисков для здоровья человека. Наибольший риск представляет тепловая электроэнергетика (вне зависимости от вида топлива). Менее угрожающий (относительно напряженный) риск представляет ветровая энергетика. Остальные функционирующие направления энергетического комплекса в Камчатском крае, такие как гидро- и геотермальная, не представляют серьезных медико-экологических угроз

населению (за исключением обслуживающего персонала, для которого угрозы минимальны при соблюдении техники безопасности). Атомная и ветровая энергетика не имеет объектов в Камчатском крае.

**Заключение.** Таким образом, выявлено, что в структуре энергетического комплекса Камчатского края доминирует тепловая энергетика. Кроме развития тепловой энергетике, перспективны геотермальная и гидроэнергетика. Опасность деятельности топливно-энергетического комплекса для здоровья населения региона оценить довольно сложно, но необходимо для понимания рисков, которые связаны с использованием тех или иных видов топлива. Исходя из базового оценивания потенциальных рисков здоровью населения от воздействия различных видов электроэнергетики выявлено, что наиболее опасной является тепловая энергетика, на фоне которой гидро-, ветровая и геотермальная энергетика представляют минимальные медико-экологические риски (за счет низкой численности и плотности населения, рассредоточенной структуры расселения и слабой хозяйственной освоенности многих районов). Теплоэнергетика, загрязняя экотоксикантами атмосферный воздух, воды и почвы, негативно влияет на организм человека, вызывая ряд экологически-обусловленных патологий (поражение органов дыхания, иммунной системы, бронхиальная астма, новообразования, аллергозы и пр.). В дополнение можно сделать вывод, что среди всех основных классов болезней наиболее «чувствительны» почти ко всему энергетическому комплексу болезни нервной системы, а также органов дыхания, костно-мышечной системы, крови и новообразования. На всех объектах энергетической сферы среди обслуживающего персонала и проживающего рядом местного населения высока вероятность производственных травм и отравлений. В целом требуются дальнейшие более углубленные исследования, в т.ч. проведение медико-экологического мониторинга и всесторонней медико-географической оценки наиболее значимых энергетических систем Камчатского края, включенных в местные территориальные социально-экономические и природно-ресурсные структуры.

### Список литературы

- 1) Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2025 года / Утверждена постановлением Правительства Камчатского края от 27.07.2010 г. №332-П. М., 2009. 337 с.
- 2) Илюхин В.И. Перспективы социально-экономического развития Камчатского края // Современные производительные силы. 2013. №1. С.115-117.
- 3) Бакланов П.Я., Романов М.Т. Экономико-географическое и геополитическое положение Тихоокеанской России. – Владивосток: Дальнаука, 2009. 167 с.
- 4) Волкова Д.И. Нетрадиционная энергетика Камчатского края // Материалы Региональной научно-практической конференции по естественным наукам. – Владивосток: ДВФУ, 2016. С.31-33.
- 5) Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX-XXI веков. Т. 3. Территориальные социально-экономические структуры / Отв. ред. П.Я. Бакланов; М.Т. Романов. – Владивосток: Дальнаука, 2012. 364 с.
- 6) Шкрадюк И.Э. Энергетика Камчатского края // Альтернативная энергетика и экология. 2016. №2. С.1-5.
- 7) Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. 2010. №4. С.87-99.
- 8) Камчатский статистический ежегодник. 2016: Статистический сборник. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2016. 461 с.
- 9) Говорушко С.М. Воздействие ветровых электростанций на окружающую среду // Альтернативная энергетика и экология. 2011. №4. С.38-42.
- 10) Говорушко С.М. Влияние хозяйственной деятельности на окружающую среду. – Владивосток: Дальнаука, 1999. 171 с.
- 11) Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и здоровье человека. – Новосибирск: Сибирское отделение РАМН, 2002. 230 с.
- 12) Ушаков И.Б., Володин А.С., Чикова С.С., Зуева Т.В. Защита здоровья населения от вредного воздействия факторов экологической обстановки // Экология человека. 2006. №8. С.3-8.

- 13) Горбанев С.А., Чащина В.П., Фридман К.Б., Гудков А.Б. Применение принципов доказательности при оценке причинной связи нарушений здоровья населения с воздействием вредных химических веществ в окружающей среде // Экология человека. 2017. №11. С.10-17.
- 14) Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И. Экологическая эпидемиология. – М.: Академия, 2004. 384 с.
- 15) Ившина Е.В., Силантьев Ю.Б., Халошина Т.О. Перспективы нефтегазоносности Камчатского края и прилегающего шельфа // Вести газовой науки. 2010. № 2. С.102-107.
- 16) Малхазова С.М., Королева Е.Г. Окружающая среда и здоровье человека. – М.: Географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, 2009. 180 с.
- 17) Экология нефтегазового комплекса. Т. 1. / Под общ. ред. А.В. Владимирова и В.В. Ремизова. – М.: Нефть и газ, 2008. 415 с.
- 18) Соснина Е.Н., Маслеева О.В., Шалухо А.В., Липужин И.А. Экологическое воздействие ветродизельных электростанций на экосистемы и здоровье населения // Экология человека. 2015. №12. С.3-9.
- 19) Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX-XXI веков. Т.2. Природные ресурсы и региональное природопользование / Отв. ред. П.Я. Бакланов, В.П. Каракин. – Владивосток: Дальнаука, 2010. 560 с.
- 20) Говорушко, С.М. Природа и человек: атлас. – М.: Дрофа; Изд-во ДИК, 2009. 96 с.