Л.В. Веремчук
Т.И. Виткина

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Владивосток
2020

Владивостокский филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания»
Научно-исследовательский институт медицинской климатологии
и восстановительного лечения

Л.В. Веремчук, Т.И. Виткина

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Монография

Владивосток

2020

УДК 614.7:616-036.22(571.63)

ББК 51(2Рос-4При)

В31

Рецензенты:

В.П. Колосов, академик РАН, д-р мед. наук, профессор,
научный руководитель ФГБНУ «Дальневосточный научный центр
физиологии и патологии дыхания»;

К.С. Голохваст, член-корреспондент РАО, д-р биол. наук,
профессор РАН, профессор кафедры безопасности
жизнедеятельности в техносфере Инженерной школы ФГАОУ ВО
«Дальневосточный федеральный университет».

Веремчук, Людмила Васильевна.

В31 Методические аспекты оценки экологической зависимости за-
болеваний в Приморском крае : монография / Л.В. Веремчук,
Т.И. Виткина ; Владивостокский филиал ДНЦ ФПД. – Владиво-
сток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2020. – 292 с.

ISBN 978-5-7444-4807-3.

DOI dx.doi.org/10.24866/7444-4807-3.

Монография посвящена проблеме решения приоритетных задач экологии человека и разработки единых методологических подходов к выявлению экологически зависимых нарушений здоровья, связанных с влиянием факторов окружающей среды. В работе освещены основные методы экологической эпидемиологии и критерии отнесения заболеваний к категории экологозависимых. Описаны разработанные авторами подходы к определению качества среды обитания, условий формирования заболеваний (бронхолегочной, мочевыделительной, онкологической, сердечно-сосудистой систем и заболеваний, связанных с йоддефицитом). Предложена методология выявления доминантных факторов воздействия на экологозависимые заболевания в различных половозрастных группах населения с определением региональных фоновых и пороговых критериев природно-техногенных и социально-экономических условий.

Книга рассчитана на студентов, экологов, специалистов по профилактической медицине и охране окружающей среды. Работа поможет в разработке системы оздоровления населения Приморского края.

УДК 614.7:616-036.22(571.63)

ББК 51(2Рос-4При)

© Владивостокский филиал ДНЦ ФПД, 2020

© Оформление. ФГАОУ ВО ДВФУ, 2020

ISBN 978-5-7444-4807-3

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ.....	11
1.1. Внешние факторы, формирующие среду обитания человека....	16
1.2. Технология оценки воздействия факторов окружающей среды на человека.....	25
1.3. Интегральная оценка воздействия факторов окружающей среды на человека в Приморском крае.....	40
1.4. Классифицирование качества среды обитания человека в Приморском крае.....	45
Глава 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИМОРСКОГО КРАЯ.....	52
2.1. Состояние атмосферного воздуха в населенных пунктах Приморского края.....	53
2.2. Качество питьевой воды.....	56
2.2.1. Качество питьевой воды в водопроводной сети централизо- ванного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Приморском крае.....	57
2.2.2. Качество питьевой воды систем нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Приморском крае...	60
2.3. Социально-экономические показатели.....	62
Глава 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ.....	68
Глава 4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ.....	76
4.1. Особенности экологической зависимости заболеваний органов дыхания.....	76
4.1.1. Определение экологического риска в распространении уровня заболеваемости органов дыхания в Приморском крае.....	77
4.1.2. Причинно-следственные связи в распространении заболеваний органов дыхания.....	83

4.1.3.	Оценка негативного воздействия климатических факторов на распространение уровня заболеваемости дыхательной системы в Приморском крае.....	90
4.1.4.	Оценка негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха на распространение заболеваемости дыхательной системы в Приморском крае.....	109
4.1.5.	Структурирование негативного воздействия факторов среды обитания на распространение эколого-зависимых заболеваний	121
4.2.	Определение экологической зависимости заболеваний мочевыделительной системы.....	130
4.2.1.	Зависимость заболеваемости мочевыделительной системы от качественного состояния питьевого ресурса в Приморском крае.....	130
4.2.2.	Структура воздействия качества воды на эколого-зависимую заболеваемость мочевыделительной системы.....	143
4.2.3.	Структура воздействия внешней среды на сочетанную заболеваемость бронхолегочной и мочевыделительной систем.....	148
Глава 5. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ.....		157
5.1.	Распространение онкологической заболеваемости в Приморском крае.....	158
5.2.	Моделирование процессов развития экологической зависимости онкологических заболеваний.....	161
5.3.	Системная зависимость распространения онкологических заболеваний от комплексного воздействия внешней среды.....	172
5.4.	Критерии оценки экологической зависимости в распространении онкологических заболеваний в Приморском крае.....	182
5.4.1.	Определение доминантных факторов в формировании экологической зависимости распространения заболеваемости.....	183
5.4.2.	Классификационные критерии доминантных факторов воздействия в распространении разного уровня онкологической заболеваемости.....	190
5.4.3.	Определение пороговых критериев экологической зависимости распространения онкологической заболеваемости в Приморском крае.....	200

Глава 6. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЙОДДЕФИЦИТНЫХ И СЕРДЕЧНО- СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ.....	206
6.1. Технологии определения количественных критериев экологи- ческой обусловленности и зависимости развития йоддефицит- ных заболеваний.....	209
6.1.1. Влияние качества среды обитания на формирование тиреоид- ного статуса населения Приморского края.....	216
6.1.2. Влияние окружающей среды на распространение йоддефицит- ных заболеваний среди жителей Приморского края.....	222
6.1.3. Районирование территории Приморского края по степени воз- действия внешней среды на распространение заболеваний щи- товидной железы.....	228
6.1.4. Определение классификационных критериев при прогнозиро- вании уровня заболеваемости щитовидной железы у насе- ления Приморского края.....	236
6.1.5. Определение классификационных критериев при прогнозиро- вании степени дисфункции тиреоидной системы у населения Приморского края.....	242
6.2. Влияние окружающей среды на распространение заболеваний сердечно-сосудистой системы в Приморском крае.....	244
6.2.1. Районирование территории Приморского края по степени воз- действия внешней среды на распространение заболеваний сер- дечно-сосудистой системы.....	250
6.2.2. Определение классификационных критериев прогнозирования уровня заболеваемости сердечно-сосудистой системы у насе- ления Приморского края.....	260
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	266
ЛИТЕРАТУРА.....	274

ВВЕДЕНИЕ

Здоровье населения – один из показателей, определяющих экономический, интеллектуальный и культурный потенциал страны. Право на охрану здоровья в РФ возведено в конституционный ранг. Здоровье населения, в первую очередь, следует рассматривать как главный индикатор взаимоотношений человека и окружающей среды. Сохранение и укрепление здоровья населения в современных условиях предполагает прежде всего поиск эффективных методов в определении механизма воздействия факторов окружающей среды на организм человека (Влияние загрязнения окружающей..., 2017).

В последнее двадцатилетие в отдаленном периферийном регионе России Приморском крае наметилась тенденция роста, как общей заболеваемости, так и по отдельным нозологическим формам. Особенно резкий рост заболеваемости отмечен с 1992 г., когда в стране произошел политический кризис, повлекший за собой глубокий кризис в экономике и социальной сфере (Сидоркина, 2001; Мошков, 2003; Доклад о состоянии окружающей природной среды..., 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001, 2009, 2010; Государственный доклад «Состояние здоровья...», 2006, Государственный доклад о состоянии здоровья..., 2000, 2017, Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке..., 2009; Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия, 2017; Башалханова, и др., 2012; Доклад о состоянии здоровья..., 2015). Приморский край ощутил политический кризис в обостренной форме, так как особенностями

хозяйственной деятельности в регионе являлись многоотходные технологии, монопрофильность промышленности, слабое развитие конечных стадий переработки и недостаточность наземных высокотехнологичных транспортных связей. Такая хозяйственная деятельность и экономика и ранее вызывали экологические и социальные проблемы, но в 90-е годы они приобрели гипертрофированный характер. В результате повышение риска опасности здоровью человека, связанной с экологией и социальными трудностями, сделало данную проблему в Приморском крае актуальной.

Заболевания, связанные с качеством окружающей среды, можно разделить на *экологически зависимые и экологически обусловленные*. Экологически зависимыми являются заболевания, при которых состояние окружающей среды влияет на их распространенность и особенности течения, но не является единственной и главной причиной их возникновения (Маркин, Чижев, 2003; Факторы окружающей среды..., 2010; Рахманин, 2012; Вяткин, Куимова М, 2015). Экологически обусловленные заболевания связаны с эндемичными заболеваниями, характерными для определенной местности, имеющей недостаточность или избыточность содержания какого-либо химического элемента в окружающей среде (эндемический зоб, эндемический кариес и др.). (Омирбаева, 2004; Андрюков и др., 2005; Гаськов, 2005).

В настоящее время выделяют четыре методических подхода к изучению влияния факторов внешней среды на состояние здоровья населения: эпидемиологический, донозологический, системный, индивидуальный (Боев, 2009; Веремчук, Гвозденко, 2013).

Эпидемиологические исследования позволяют выявить экологическую зависимость или обусловленность заболевания в регионе на основе этиопатогенетического анализа обнаруженных отклонений показателей здоровья населения, связанных с вредными факторами среды его обитания на популяционном уровне (Методические подходы к оценке..., 2002; Ефимова, 2005; Катульская, 2010; Опыт использования..., 2010; Катульский, 2012).

В результате воздействие среды имеет линейный и нелинейный характер. Часто она может выражаться экспонентой, когда с последующим наложением неблагоприятный эффект резко возрастает на определенную величину.

Под влиянием неблагоприятных факторов внешней среды развивается напряжение функционального состояния организма, которое, являясь одной из характеристик здоровья, сигнализирует о *донозологических изменениях* (состояние на грани нормы и патологии). Эти состояния являются доклинической манифестацией заболевания (доклинический, бессимптомный период болезни) (Матюхин, 1999; Дичев, 2004; Веремчук, 2012; Перспективные направления..., 2013). На основании комплекса клинико-физиологических реакций организма различают варианты донозологических диагнозов: удовлетворительная адаптация организма к условиям среды, напряженность механизмов адаптации, недостаточная (неудовлетворительная) адаптация, срыв адаптации (Маркин, Чижов, 2003).

Определение изменений в состоянии здоровья населения под влиянием неблагоприятных факторов окружающей среды возможно лишь на основе разработки концептуальной модели и применения соответствующих методических приемов с использованием *системного анализа* и построения адекватных математических моделей (Веремчук, 2010; Моделирование системных взаимодействий..., 2010). Применение системного анализа явлений с целью выяснения взаимодействия различных подсистем может дать значительно больше информации, чем одни аналитические методы изучения частных процессов. Изучение сложных многозвеньевых систем требует исследования не только отдельных элементов, но и их взаимоотношений с позиции функциональной организации в целом. Системный подход должен состоять в определении роли элементов систем их взаимоотношений и взаимного влияния друг на друга при оценке конечного результата. В сложившихся условиях организм человека, тесно связанный с биосферой посредством обменно-трофических связей, подвергается воздействию

вредных факторов окружающей среды и вынужден постоянно мобилизовать свои компенсаторно-приспособительные механизмы. Следует отметить, что в силу универсальности механизма реакций людей на различные воздействия наибольшие трудности возникают при попытке выяснить причины экологической патологии у отдельно взятого индивида. Вследствие этого особое значение имеет разработка *индивидуализированного подхода* на основе учета закономерностей реакции и адаптивности каждого организма (Маркин, Чижов, 2003; Методология интегральной оценки..., 2018).

Что касается экологии как фактора воздействия на здоровье человека, то при оценке степени его влияния важно учитывать масштабы экологического загрязнения (Турбинский, 2010; Аскарлов, 2012; Kozyreva, 2013):

- глобальное экологическое загрязнение – беда для всего человеческого общества, однако для одного отдельного человека не представляет особой опасности;
- региональное экологическое загрязнение – беда для жителей региона, но в большинстве случаев не очень опасно для здоровья одного конкретного человека;
- локальное экологическое загрязнение – серьёзная опасность для здоровья как населения отдельного города/района в целом, так и для каждого конкретного жителя этой местности.

Следуя данной логике, легко определить, что зависимость здоровья человека от загазованности воздуха конкретной улицы, на которой он живет, еще выше, чем от загрязнения района в целом.

Критически важным моментом влияния экологии на здоровье можно является то, что наибольшее количество загрязнителей попадает в организм человека через легкие. Большинство исследователей подтверждает, что ежедневно с 15 кг вдыхаемого воздуха в организм человека проникает больше вредных веществ, чем с водой, с пищей, с грязных рук, через кожу (Современные проблемы оценки..., 2007; Impact evaluation of environmental ..., 2018).

В связи с тем, что воздух, загрязнённый широчайшим ассортиментом вредных веществ, попадает в организм главным образом через дыхательные пути, минуя защитный биохимический барьер, связанный с печенью, он вызывает высокую круглосуточную и круглогодичную усвояемость токсичных компонентов. В результате ингаляционный путь поступления загрязнителей в организм является наиболее опасным.

Особенно опасны для здоровья населения городов выхлопные газы от автотранспорта (Оценка вклада выбросов..., 2002; Киреев Г.В. и др., 2008, Лим Т.Е., 2010; Иванов, Тафеева, 2011; Перевозчикова, 2012; Вяткин, Куимова, 2015). Длительное воздействие выхлопных газов на человека вызывает: раздражение слизистых оболочек глаз и дыхательных путей, приводит к развитию заболеваний дыхательной системы (хронические бронхиты, рак и т.д.), повышает риск возникновения бронхиальной астмы, экземы и других аллергических заболеваний и т.д. Состав выхлопных газов включает огромное количество тяжелых металлов, которые зашлаковывают и загрязняют организм человека в целом, вызывая формирование заболевания различных нозологических форм (выделительной и сердечно-сосудистой систем, онкологических и эндемичных заболеваний).

Таким образом, воздействие экологических процессов на распространение заболеваний населения представляет собой многогранную проблему, причем последствия неблагоприятного экологического влияния могут проявляться как в момент действия, так и через более длительный промежуток времени (Верещагин, 2011; Динамика риска заболеваемости..., 2013; Вяткин, Куимова, 2015; Вакуленко, 2015; Гедулянов, 2017).

ГЛАВА 1. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Оценка качества среды обитания человека – одно из важных направлений в исследованиях, направленных на сохранение и укрепление здоровья населения. Под средой обитания человека понимается окружающая его среда, обладающая жизнеобеспечивающими свойствами, основные составляющие которой – природные, природно-антропогенные (техногенные) и социально-экономические факторы. Комфортность среды обитания человека во многом зависит от качественного состояния факторов окружающего пространства. На общем фоне качества среды обитания человека, как правило, за счет региональных или локальных экстремальных природно-техногенных условий возникает процесс синергизма, который может развить и усугубить напряжение функционального состояния организма, вызвать срыв механизмов адаптации организма к условиям среды и сформировать эколого-зависимые и эколого-обусловленные заболевания. Поэтому при оценке условий формирования экологической зависимости многих заболеваний актуальным является определение общего качества среды обитания человека.

Многофакторность, многофункциональность и порой противоречивость взаимодействия факторов среды (географической, техногенной, социальной и др.) и человека требуют изучения и формализации этих взаимоотношений при наибольшем их сближении.

Здоровая среда обитания человека является основой нормального и цивилизованного развития общества. Поэтому изучению взаимоотношений человека и окружающей среды в настоящее время придается огромное значение, так как становится очевидным невозможность научно-технического прогресса без жесткого регулирования качества среды обитания человека. Современное общество кардинально изменяет функционирование природных систем, и, наоборот, природно-экологические системы формируют среду обитания человека. Таким образом, решение проблемы здорового жизнеобеспечения населения во многом зависит от оптимального соотношения природно-экологических, социально-экономических, демографических и других условий (Районирование территории ..., 2002; Индикаторные показатели..., 2004; Захаренков и др., 2011; Башалханова, 2012; Рахманин, 2012; Основные выводы о медицинских аспектах..., 2013).

Воздействие факторов природной среды на человека в Приморском крае изучено недостаточно. Относительно подробно рассмотрено влияние климатических факторов на местных жителей (Матюхин, Разумов, 1999; Веремчук, Иванов, 2008; Веремчук и др., 2012; Веремчук, 2013; Влияние климата..., 2018). За последние 20 лет усилия нескольких научных коллективов были направлены на исследование взаимоотношений человека и среды в процессе рекреационной (оздоровительной) деятельности (Рекреационная отрасль..., 1994; Веремчук, 1996; 2013; 2016; Григорьева, 2010; Веремчук, Иванов, 2008; Оценка влияния..., 2012). Таким образом, наиболее изученными в Приморье оказались факторы природной среды, имеющие оздоровительные свойства. Подобные исследования проводились только в районах, имеющих рекреационные ресурсы (благоприятный климат, минеральные воды, лечебные грязи, экзотические туристские объекты).

В Приморском крае крупнейшие научные и учебные заведения Дальнего Востока (ДВО РАН, ФГАОУ ВО ДВФУ, ФГБОУ ВО ТГМУ МЗ РФ и др.) в течение многих лет занимаются вопросами качественной оценки внешней среды с позиции техногенного воздействия и

изучения здоровья человека, находящегося в загрязненной среде (Комплексные исследования..., 1986; Карта экологических проблем..., 1989; Зонов, 1991; Комплексное отделение ..., 1996; Районирование территории..., 2002; Бураго В.А., Бураго Т.В., 2003; Андрюков, 2005; Приморский край..., 2005; Оценка влияния атмосферного воздуха..., 2012). На основании этих исследований определены зоны наибольшего антропогенного загрязнения, выделены районы экологического неблагополучия. Однако в этих работах недостаточно рассматривается проблема взаимодействия человека и внешней среды, когда на организм действует комплекс природных, техногенных, санитарно-гигиенических и социальных факторов.

Взаимодействие человека и окружающей среды – это многогранный, сложный и порой противоречивый процесс, требующий разработки новых методологических и методических подходов, создания математической модели оценки взаимосвязи различных факторов для дальнейшего углубленного изучения проблемы.

Внешняя среда Приморья кроме негативного влияния, связанного с суровостью природных условий и техногенными выбросами химических элементов в атмосферу, почву и воду, зафиксированными в конце прошлого столетия в районах наибольшего загрязнения (г. Дальнегорск, пос. Кавалерово, побережье Амурского залива, Хорольский район и др.), оказывает и позитивное (саногенное) воздействие на человека. Поэтому комплексная оценка качества среды обитания в Приморском крае должна проводиться с учетом как благоприятных, так и неблагоприятных влияний природной, техногенной и социально-экономической среды.

В результате в основе оценочной методологии лежит создание интегральной модели неоднородного действия факторов внешней среды на человека, но, главное, с позиции особенностей восприятия ее человеком. Процесс оценки, как правило, представляет собой процедуру сравнения существующего состояния компонентов среды с эталонным или нормативными.

В ходе оценивания и нормирования качества среды обитания возникает целый ряд проблем, связанных с несогласованностью и несопоставимостью существующих стандартов и норм между собой. Это является препятствием как для разработки единой системы стандартов и необходимых показателей и параметров для контроля состояния среды, так и в создании действенной системы мер нейтрализации негативных последствий на среду обитания. Целый блок проблем связан с игнорированием зональной и региональной специфики при разработке экологических стандартов и норм.

Рассмотрение понятия здоровья, как индикатора качества внешней среды, соответствует направлению экологизации данной проблемы с медицинской точки зрения (Иванов и др., 2001; Величковский, 2003; Ефимова, 2005; Овсянникова, 2006; Мудрый, 2008; Куркатов др., 2011; Рахманин, 2012; Захаренков, Кислицына, 2014). Несовпадение границ природных объектов с характерными природными предпосылками или очагами болезней позволяет предполагать, что человек находится в определенных и активных взаимоотношениях с природой.

Так, один и тот же фактор среды в зависимости от характера экосистемы воздействует на человека по-разному. Это связано с определенными законами развития экосистем (закон иерархического строения и саморегуляции), где человек является в ней полноправным компонентом (Райх, 1989).

Исходя из того, что связи человека с окружающей средой отличаются исключительным многообразием и сложностью, оценка качества среды обитания проводится с позиции системного подхода. Поэтому из множества аспектов взаимоотношений «человека и среды» вычленяются только те связи, которые, с одной стороны, взаимосвязаны, с другой – объединяются в определенную целостность, с сохранением иерархии взаимоотношений в пределах исследуемой системы.

Анализ прямых и обратных связей между человеком и окружающей средой позволяют определять степень их взаимного влияния, как процесса биологического и социального одновременно.

В основе оценки качества среды обитания лежит позиция соответствия среды оптимальным жизнеобеспечиваемым потребностям человека. Под потребностями понимается соответствие качественных характеристик факторов среды санитарно-гигиеническим и медико-биологическим нормам, т.е. среда должна способствовать нормальному физиологическому функционированию организма человека (ГОСТ 12.1.005-88..., 2008). Однако до сих пор проблема определения оптимального (нормального) качественного состояния факторов среды для человека не решена. Это связано с тем, что «условия обитания человека» формируются не только негативными факторами воздействия окружающей среды, но и позитивными, способствующими оздоровлению населения.

Воздействие среды может быть непосредственным или косвенным, устойчивым или локальным неустойчивым. Причем подсистемы «среда» и «человек» – это взаимосвязанные подсистемы, где человек выступает в роли адаптирующегося к среде компонента через свои потребности. Поэтому при разработке комплексных подходов к оценке качества среды обитания человека становится важным определение роли и места человека в экосистеме с характером и особенностями их взаимосвязей. В анализ включаются не только особенности жизнедеятельности человека, определяющие формы контакта с внешней средой, но также его адаптационные реакции, восприимчивость.

Таким образом, познание особенностей функционирования сложных типов территориальных систем невозможно без системных представлений о внутренних взаимоотношениях составляющих структур (Райх, 1989). Стремление охарактеризовать сложные структуры изучаемых объектов по множеству взаимосвязанных признаков стимулировало желание показать, что они могут находить выражение в общих и одновременно специфических, синтетических показателях. Сложность объекта исследования создала предпосылки к использованию метода моделирования.

1.1. Внешние факторы, формирующие среду обитания человека

Среда обитания человека – это территориальная система с определенным набором признаков, определяющих характерные условия формирования и распространения заболеваний органов дыхания. Для характеристики среды обитания использовались – естественные природные (Озеленение..., 1987; Зонов, 1991; Атлас Приморского края..., 1998; топографические карты; интернет-ресурсы;), техногенные (Комплексные исследования..., 1986; Карта экологических проблем..., 1989; Комплексное отделение..., 1996), гигиенические (Сидоркина, 2001; Мошков, 2003), социально-экономические факторы (Чернышова, 1984; Стратегия территориальной организации..., 1991; Доклад о состоянии окружающей природной среды..., 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001, 2009, 2010; Районирование территории..., 2002; Приморский край ..., 2005), участвующие в процессе жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека.

К естественной природной среде относятся рельефные, гидрологические факторы:

- Удаленность от гор – фактор, характеризующий влияние на человека горного воздуха. Для характеристики этого фактора использовались топографические карты.
- Абсолютная высота местности – фактор, характеризующий нахождение человека относительно уровня моря. Усредненный показатель снимается с топографической карты Мб. 1 : 500, 1 : 100 000.
- Уровень стока поверхностных вод – фактор, характеризующий модуль поверхностного стока. Определяется количеством воды, стекающей в единицу времени с единицы площади водосбора (л/с/км²). Показатель снимается со специальных гидрологических карт.
- Запасы подземных вод – фактор характеризующий потенциальные возможности снабжения населения пресной экологически чистой водой (м³/сут). Показатель снимается со специальных Гидрологических карт.

- Характер водоема и продолжительность купального сезона – фактор, указывающий на благоприятность использования водоема (величина водного зеркала, глубина, характер берегов, температура воды и др.). Использовались топографические карты крупного масштаба и фондовые материалы Института МКВЛ СО РАМН.
- Уровень заболоченности территории – фактор, характеризующий пригодность территории для проживания, хозяйственного освоения и оздоровления. Использовались крупномасштабные топографические карты и специальные карты по ландшафтам Приморского края.
- Характеристика почвенного покрова – фактор, характеризующий тип почв, величину гумусного горизонта, характер грунтов и влияющий на сельскохозяйственную освоенность территории. Использовались специальные почвенные карты.
- Характер наводнений – фактор, характеризующий уровень подъема воды, периодичность и степень затопляемости территории. Использовались фондовые материалы Приморскгидромета.
- Технические характеристики растительности – фактор, характеризующий естественное качественное состояние растительного покрова (бонитет древесной растительности, полнота древостоя, высота и диаметр деревьев, проективное покрытие травяной растительности и т.д.). Фактор имеет средоформирующее и оздоровительное значение. Использовались карты растительности и фонды Биолого-почвенного института ДВО РАН.
- Степень фитонцидности и кислородовыделения растительности – фактор, характеризующий степень оздоровительного действия растительного покрова на человека. Использовались фондовые материалы Биолого-почвенного института ДВО РАН.
- Степень ионизации воздушной среды – фактор, характеризующий степень оздоровительного воздействия ландшафта местности. Использовались фондовые материалы Института МКВЛ СО РАМН.

- Уровень естественной лесистости – фактор, характеризующий уровень ненарушенности лесов, имеет средоформирующее значение. Использовались крупномасштабные карты, карты растительности и фондовые материалы Биолого-почвенного института ДВО РАН.
- Привлекательность ландшафта – фактор, имеющий большое психологическое воздействие на человека. Использовались крупномасштабные карты.
- Широта местности – фактор, характеризующий уровень суровости природных условий, формирует комплекс природных условий. Использовались географические карты.

Важным фактором в формировании различных заболеваний в Приморском крае являются *климатические* особенности региона. Для характеристики климата были использованы показатели, которые прямо или косвенно влияют, как правило, на систему органов дыхания и кожу человека.

При оценке климатических условий учитывался комплекс показателей, определяющих возможное многообразное влияние климата на функциональное напряжение системы терморегуляции организма человека, являющейся определяющей по сравнению с другими системами физиологической регуляции и испытывает на себе влияние всего комплекса метеорологических факторов.

Оценка степени дискомфорта выполнена на основе принципов комплексной климатологии и состоит из нескольких этапов: выявление основных закономерностей формирования биоклимата региона и его дифференциация; пространственно-временной анализ показателей, определяющих степень нагрузки на органы дыхания (Русанова, 2000) (табл. 1.1).

Все многообразие свойств атмосферы (классы погоды), определяющих влияние климата на тепловое состояние человека, представлено III–VI классами погоды при положительных и VIII–XII классами при отрицательных температурах воздуха.

Таблица 1.1

Характеристика элементов погодного комплекса и классов погоды

Элементы погодного комплекса	Класс погоды	Теплоизоляция одежды, Обеспечивающая тепловой комфорт	Преобладаю- щее тепло- ощущение	ФНСТ
Теплый период года				
T > 30°C V = 0–4 м/с R = 0–79%	I	Дискомфорт в любой одежде	Жарко, сухо	Сильное*
T > 30°C V > 7 м/с R > 80%	VII	Дискомфорт в любой одежде	Жарко, влажно	Чрезмер- ное*
T = 25–30°C V < 3 м/с R = 30–80%	II	0,0–0,1	Тепло	Слабое*
T = 20–25°C V < 3 м/с R = 30–59%	III	0,1–0,9	Комфортно	Мини- мальное*
T = 15–20°C V = 1–3 м/с R = 60–80%	IV	1,0–2,0	Прохладно	Слабое*
T = 15–20°C V = 4–7 м/с R = 60–80%	V	2,0–3,0	Умеренно холодно	
T = 0–15°C R = 0–100%	VI	3,0–4,0	Резко холодно	Сильное*
Холодный период года				
T = 0 –5°C V = 3–7 м/с	VIII	4,0–4,5	Мягкое	Слабое**
T = -5 –10°C V = 2–3 м/с	IX	4,6–6,0	Умеренно суровое	
T = -10 –15°C V = 3–7 м/с	X	6,1–7,5	Суровое	Среднее**
T ниже -15°C V > 7 м/с	XI	7,6–9,0	Очень суровое	Сильное**
	XII			Чрезмер- ное**

Примечание: ФНСТ – функциональное напряжение систем терморегуляции.

* – ФНСТ при 5-минутной экспозиции. ** – ФНСТ при 60-минутной экспозиции человека, одетого по сезону.

В условиях III–IX классов погоды отмечается слабая степень напряжения систем терморегуляции в одежде, соответствующей сезону. В условиях X, XI, XII классов погоды пребывание человека на открытом воздухе сопровождается соответственно средней, сильной и чрезмерной степенью напряжения систем терморегуляции.

При X классе тепловое состояние характеризуется как допустимое, при XI–XII – отмечается сильное и чрезмерное напряжение систем терморегуляции. Нарастание дефицита тепла в организме, субъективно ощущаемого в виде озноба, может рассматриваться как фактор возникновения и обострения хронических заболеваний.

Кроме комплексных метеорологических показателей учитывается количество дней с сильным (более 15 м/с) ветром, высокой (более 80 %) **относительной** влажностью воздуха, туманом.

Ветровой режим – оказывает влияние на физическое состояние человека. Установлено, что при скорости ветра 5–10 м/с значительно затруднено дыхание, при 10 м/с наблюдается нарушение нормальной структуры дыхательного цикла, а при 15 м/с исчезает фаза покоя между вдохом и выдохом, что вызывает ощущение крайнего утомления и боли в области межреберных мышц и диафрагмы.

Повышенные скорости ветра, оказывая сильное механическое воздействие на человека, обуславливают дополнительные траты энергии на преодоление сопротивления, создаваемое ветром, повышают увеличение легочной вентиляции и теплопотери органами дыхания. Высокая относительная влажность воздуха и туманы оказывают воздействие на физическое и психическое состояние человека.

Экологические факторы:

- Уровень расстройств экосистем – косвенный экологический показатель, характеризующий степень деградации почвенно-растительного покрова, уровень трансформации ландшафтов.
- Уровень переработки сырья – косвенный экологический показатель, включающий последовательную обработку сырья, его комплексное использование, утилизацию производственных отходов.

- Уровень транспортного обеспечения – отображает степень обеспечения путями сообщения, вид транспорта, качество автомобильных дорог, характер покрытия, густоту транспортной сети, интенсивность транспортных перевозок.
- Средоохранные проблемы лесопользования – экологический фактор, включающий снижение социальных функций лесов, химическое отравление лесных пищевых ресурсов.
- Проблемы рационального лесопользования – экологический фактор, включающий непродуцирование лесных земель, снижение производительности сельскохозяйственных земель, деградацию ценных лесов или отдельных угодий, нарушение хозяйственно-экологических функций лесов, сокращение охотничьей фауны, ухудшение качества лесов.
- Горимость лесов – экологический фактор, зависящий от бесхозяйственного обращения с лесными массивами. Является средоохранным показателем. Использовались фондовые материалы Хабаровского института лесного хозяйства.
- Рубки – экологический фактор, связанный с лесозаготовительной хозяйственной деятельностью и нарушающий гидрологический режим рек. Является средоохранным и природопользовательским показателем.
- Природоохранные проблемы лесопользования – экологический фактор, включающий уничтожение лесов и полную трансформацию ландшафтов, расстройство экосистем, нарушение ландшафтно-стабилизирующих функций леса, нарушение лесообразовательного процесса и гидрологического режима, ухудшение качества вод, усиление эрозии и деградации почв.
- Санитарно-энтомологическое состояние территории – экологический фактор, связанный с различными инфекциями и во многом зависящий от уровня заселенности грызунами и насекомыми, имеющими эпидемиологическое и санитарно-гигиеническое значение

в населенных пунктах. Объектом исследования были здания и сооружения, водоемы, природные биотопы (в том числе зоны отдыха). Исследования проводились по уровню заселения гнусом, грызунами, бытовыми насекомыми, мухами. Использовались отчеты «О санитарном состоянии района (города)» (форма № 18), представленные районными (городскими) центрами санэпиднадзора.

- Опасность территории по заражению клещевым энцефалитом – экологический фактор, показатель которого во многом зависит от характера антропогенного воздействия на лесные угодья.

Гигиенические факторы:

- Атмосферный воздух относится к приоритетным санитарно-гигиеническим факторам среды обитания, формирующим негативные тенденции в состоянии здоровья населения. Установлена их тесная связь с заболеваниями бронхо-легочной системы (Evaluation of emissions..., 2008; Climate change..., 2009, Inspiratory airflow limitation..., 2012), такими как осложненная бронхиальная астма, рак легких, ХОБЛ (Ху, 2013; Urban air pollution..., 2016).

- Санитарное состояние атмосферы – уровень загрязнения атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях (маршрутные и подфакельные исследования в зонах влияния промышленных предприятий, на автомагистралях в зонах жилой застройки). Регламентированным критерием загрязненности атмосферного воздуха является содержание в нем твердых взвешенных частиц (ТВЧ), диоксидов азота и серы, оксидов азота и углерода, аммиака, формальдегида, фенола и его производных, серной кислоты, бенз(а)пирена, фтора и его соединений, синтетических жирных кислот, солей тяжелых металлов, асбеста, продуктов микробиологического синтеза и штаммов продуцентов. Санитарно-гигиеническая оценка проводилась на основе материалов Приморскгидромета, районных и городских центров санэпиднадзора (интернет-ресурс).

а) В группу загрязняющих атмосферу веществ, связанных с работой автотранспорта, вошли наиболее распространенные техногенные

выбросы (взвешенные вещества). Уровень этих загрязнителей регулярно отслеживался шестью стационарными постами наблюдения ФГБУ «Приморское УГМС» и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае» в районах Владивосток с высокими экологическими нагрузками (Ананьев и др., 2012. – <http://www.primpogoda.ru>; <http://www.pogodaiklimat.ru>; <http://vestiregion.ru>). На загрязнение атмосферы существенно влияют городские промышленные предприятия (Спецзавод № 1; Владивостокский бутощебеночный завод; Приморские тепловые сети, ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 и др.). Наибольшее воздействие на качество воздушной среды оказывает очень высокий уровень автомобилизации населения при недостаточном количестве и качестве дорог. Пересеченный рельеф г. Владивосток вызывает неравномерную аэродинамическую ситуацию воздушных потоков, формируя районы с различным уровнем загрязнения атмосферы.

б) Согласно ежегодным докладам о состоянии окружающей природной среды Приморского края оценивалось «общее загрязнение среды» города, которое учитывало среднегодовые воздушные выбросы (в т/год) промышленных предприятий (Доклад о состоянии окружающей природной среды..., 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001, 2009, 2010).

Степень загрязнения среды оценивали с применением индекса «общего загрязнения среды», определяющим интегральное качественное состояние городской территории. Данный показатель учитывал комплексное разнонаправленное (неблагоприятное и благоприятное) действие загрязняющих факторов (канализационные, промышленные выбросы в море, загрязнение химическими компонентами почв и др.) и саногенные характеристики природной среды (уровень озеленения, характер растительности, длина морской береговой полосы). При определении соотношения неблагоприятного техногенного загрязнения и высокого (саногенного) качества природной среды, рассчитывали интегральный показатель (ИП), который позволяет выделить «благоприятные» ($ИП = 0,03–5,00$) и «неблагоприятные» ($ИП = 5,00 – 16,00$) районы г. Владивостока (Веремчук, Кику, 2004; Веремчук и др., 2008).

в) В исследовании использовались косвенные показатели: суммарный показатель загрязнения (СПЗ), характеризующий уровень загрязнения почв с негативным действием на контактирующие среды и объекты; «выбросы по классу опасности предприятий», «количество труб» котельных на обследуемой территории, «характер застройки территории» (плотная квартальная, застройка укрупненными кварталами, блокированная застройка и т.д.).

Для г. Владивосток наиболее информативным показателем явился индекс «плотности автомобильных дорог», который определялся, как соотношение площади дорог на 1 км² района проживания населения города (Веремчук и др., 2012).

- Санитарное состояние воды. Водные объекты анализировались по санитарно-химическим (хлорорганические соединения и соли тяжелых металлов), микробиологическим и паразитологическими показателям (выделение возбудителей патогенной и условно патогенной флоры, содержание гельминтов, опасных для человека, лактозоположительных кишечных палочек, колифагов). Использовались источники (см. пункт **б**), а также серии карт Тихоокеанского института географии ДВО РАН «Загрязнение природных водоисточников».

- Система водоснабжения. Хозяйственно-питьевое водоснабжение и состояние водных объектов в местах водопользования населения включает: центральное водоснабжение, коммунальные водопроводы (в том числе поверхностные источники), ведомственные водопроводы (в том числе поверхностные источники), источники децентрализованного водоснабжения (колодцы, каптажи, родники), водоемы первой и второй категорий и моря. Использовались отчеты «О санитарном состоянии района (города)» (форма № 18) районных (городских) центров санэпиднадзора.

Социально-экономические факторы:

- Уровень здравоохранения и образования определяется суммарным показателем, включающим показатели числа больничных коек на 10 тыс. населения, число больничных, врачебных амбулаторно-

поликлинических учреждений, санаториев, профилакториев, домов отдыха и т.д., а также - суммарным показателем численности учащихся общеобразовательных школ на 1000 чел., количеством высших, средних специальных учебных заведений, профессионально-технических училищ и т.д. Использовались специальные карты.

- Обеспеченность жильем – фактор, характеризующий количество жилой площади на 1 человека ($\text{м}^2/\text{чел}$), состояние жилого фонда, уровень коммунальных услуг. Использовались литературные данные и материалы статистического управления.

1.2. Технология оценки воздействия факторов окружающей среды на человека

Оценка среды обитания человека предусматривает анализ основных факторов, оказывающих влияние на ее качество. Поэтому объектом исследования в данной работе выбрана «окружающая среда», способная удовлетворить человека в качественно благоприятных, жизнеобеспечивающих условиях жизни. Согласно основному закону саморегуляции экосистемы, где человек выступает в роли объекта и субъекта воздействия, он сам формирует среду своего обитания.

Изучение качества среды обитания человека в Приморском крае включало три этапа: выделение территориальных единиц, имеющих своеобразный набор природных и социальных факторов; расчет интегральных индексов воздействия факторов среды на человека; выделение наиболее значимых для человека факторов воздействия среды.

Варьирование качества среды обитания человека во многом зависит от пространственной неоднородности географической среды. Поэтому за территориальную единицу исследования был взят ландшафтный комплекс, характеризующий совокупную однородность природных условий для проживания человека.

Ландшафт выделялся согласно двум его основным функциям – жизненной (как среды обитания человека) и хозяйственной (как

основы хозяйственной деятельности человека). На основании того, что расселение человека традиционно связано с удобным для проживания и жизнедеятельности человека рельефом, выделение территориальных комплексов проводилось, в первую очередь, с учетом орографических показателей (абсолютная высота местности, пространственные размеры, экспозиция склонов, расчлененность и морфологические характеристики рельефа). Реализуясь в ландшафтных системах, орографические факторы определяют климатические особенности территории (интенсивность солнечной радиации, частоту атмосферных осадков, температуру и влажность воздуха, циркуляцию атмосферы); характер и уровень загрязнения атмосферы, поверхностных и подземных вод, почв; формируют особенности биоценоза и гидросферы.

Для выделения ландшафтных комплексов на территории Приморского края были использованы топографические карты масштабов 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000. На первом этапе устанавливались границы резко контрастных форм рельефа (долины рек и водоразделы). Далее, в зависимости от расчлененности и абсолютной высоты рельефа, выделялись равнинные, предгорно-холмистые и горные ландшафты. В итоге на первом этапе исследования в пределах Приморского края ландшафтным методом было выделено 111 медико-экологических комплексов (рис. 1.1).

Окружающая среда – это территориальная система с определенным набором признаков (природных, социально-экономических, экологических), создающих характерные условия жизни человека. Была составлена база данных в виде матрицы по 111 медико-экологическим комплексам, включающим 52 фактора внешней среды: 31 природный, 14 экологических и 7 социально-экономических.

Отбор факторов согласовывался с тремя положениями: факторы среды имеют непосредственное или косвенное воздействие на человека; факторы среды имеют пространственную однородность распространения; качественные и количественные характеристики факторов репрезентативны.

Рис. 1.1. Медико-экологические комплексы Приморского края

Важнейшая проблема при определении качества среды обитания человека отбор факторов *естественной природной среды* (31 фактор), наиболее активно участвующих в формировании условий проживания человека. Значимость этих факторов во многом зависит от региональных особенностей, поэтому для природно-климатических характеристик (климат, рельеф, растительность, гидросеть) санитарно-гигиенические нормативы разработаны крайне недостаточно.

Наибольшее количество медико-биологических исследований по изучению природно-климатических условий проведено в курортологии, так как эта наука в своей оздоровительной деятельности опирается, в первую очередь, на естественную, экологически благополучную среду. Курортологи в основном разрабатывают регламентирующие нормы и правила использования климата, растительности, гидросферы, как ресурса оздоровления (Белов, 1964; Воронин, 1981; Озеленение городов..., 1987; Бокша, 1989; Данилова, 1990). Применение курортологических медико-биологических регламентаций обусловлено тем, что экологически чистая среда должна быть основой нормального жизнеобитания человека.

Под качественной средой обитания человека понимают соответствие факторов окружающей человека среды потребностям человека в определенных жизнеобеспечивающих условиях. Это концепция экологии человека, где взаимоотношения человека и среды логически и функционально замыкаются на самом человеке, образуя определенную целостность. За исходную компоненту всех взаимоотношений берется потребность человека в оптимально-благоприятных условиях жизни, соответствующих адаптационным способностям человека к факторам среды. Эта способность отражена в регламентирующих санитарно-гигиенических и медико-биологических нормах.

Такая модель рассматривает человека и среду, не учитывая непосредственного их взаимодействия. Оценка взаимоотношений человека и среды при максимальном их сближении является наиболее сложной научной проблемой, так как на человека воздействует буквально все, что окружает его с разной степенью интенсивности и характером воздействия.

В современное понятие среды обитания человека включают характер взаимоотношения человека, среды и уровня адаптированности человека к условиям этой среды. В результате человек рассматривается с позиции полноправного компонента экосистемы и находится под влиянием основных законов развития: закона совокупного

действия факторов, закона неравномерности воздействия (иерархичности процессов в экосистемах) и закона оптимальности (условия создают определенный уровень жизни человека) (Райх, 1989). Согласно первому закону, все факторы среды воздействуют на человека комплексно, причем каждый фактор имеет свои особенности. То есть качественная среда обитания зависит не от отдельного, пусть даже лимитирующего, фактора, а от всей совокупности экологических факторов одновременно.

Из второго закона следует, что факторы среды влияют на человека соподчиненно. Глобальные процессы (климат, континентальное распространение растительности, географическая широта и др.) действуют на человека устойчиво, с наибольшей силой и интенсивностью. Региональные же (муссонный климат, горная система, природная зона и т.д.) и локальные (местные условия) процессы воздействуют на человека варьировано: от менее устойчивых к неустойчивым соответственно.

Третий закон оптимальности и саморегуляции экосистемы, основным принципом которого является признание положительных и отрицательных, прямых и косвенных связей, создает стабильное качественное состояние условий обитания человека.

В результате в оценке качества среды обитания человека главным является определение характера связи индивида со средой. Это возможно при систематизации связей с установлением соподчиненности взаимоотношений человека и среды и наглядным вычленением взаимосвязанных аспектов, направляющих исследование по определенному руслу.

В связи с относительно небольшой площадью территории Приморского края авторы упростили структуру организации экосистем, опустив самый высокий ранг соподчинения (глобальный). Подобная структуризация объяснялась тем, что глобальные процессы в крае имеют слабую дифференциацию, создавая единый субординационный ряд. Так, межконтинентальная циркуляция атмосферы, как

глобальный процесс, представлена муссонным климатом, под влиянием которого находится вся территория региона. Поэтому характер природных процессов территорий с более низким рангом соподчинения (региональные, локальные) изначально формируется влиянием общего интегрирующего фактора – муссонного климата.

Таким образом, человек в Приморском крае находится одновременно под влиянием глобальных, региональных и локальных процессов, происходящих в природных экосистемах.

Анализ медико-биологических, санитарно-гигиенических и клинических исследований (Башалханова, Башалханов, 2008; Лим, 2010; Верещагин, 2011; Ткачук, 2012; Основные выводы..., 2013; Григорьева, Кирьянцева 2014; Влияние загрязнения..., 2017; The impact..., 2005; Staiger, 2012; Inspiratory airflow..., 2012) показал, что воздействие глобальных и региональных процессов на человека можно характеризовать как «устойчивое». Такое «устойчивое» воздействие определяется четко регистрируемой реакцией организма на факторы среды. Влияние локальных территориальных структур (медико-экологических комплексов) «неустойчиво». Оно характеризует реакцию временного динамического приспособления организма к окружающей среде. Это связано с тем, что организм человека обладает уникальными возможностями адаптации к действию незначительных по силе и продолжительности факторов окружающей среды. Однако целесообразность учета локального воздействия факторов среды связана со способностью микроусловий корректировать общую глобальную и региональную направленность действия этих факторов.

Согласно выше изложенному основным этапом в оценке среды обитания является выделение на территории Приморского края природно-экологических комплексов регионального, локального уровня с единой системой взаимосвязей.

Были выделены 111 различных по площади медико-экологических комплексов представляющих территориально дифференцированную среду обитания человека (рис. 1.1).

Так как использовался в основном картографический материал мелкого масштаба, медико-экологические комплексы имели значительные площади, достигающие порой несколько тысяч квадратных километров. Лишь долины крупных и средних рек в связи с особой индивидуальностью долинных экосистем образовали комплексы меньших размеров.

В пределах каждого медико-экологического комплекса единый характер рельефа, растительности и других компонентов. Чем крупнее этот комплекс, тем «масса, объем» однородной экосистемы вызывает более сильное и устойчивое влияние на человека. Поэтому провести территориальные границы, в пределах которых действуют «устойчивые» и «неустойчивые» связи, оказалось достаточно сложной задачей (рис. 1.1).

Мелкие медико-экологические комплексы в основном соответствуют межгорным долинам средних и крупных рек и отличаются от близлежащих горных массивов по природным условиям (абсолютная высота, режим влажности, растительности). Дробное деление комплексов наблюдается и на Приханкайской равнине, где дифференцирующими факторами выступают уровень заболоченности, сельскохозяйственная освоенность, речная сеть, растительность. Эти медико-экологические комплексы влияют на человека «неустойчиво». Здесь воздействие локальных территориальных структур (ландшафтов) вызывает реакцию временного приспособления организма к окружающей среде. Нужно отметить, что общий глобальный и региональный фон воздействия в комплексах имеет место только для компонентов среды более высокого ранга значимости (уровень естественной лесистости, близость к горам, морю, широта местности и т.д.).

Исследования по воздействию климатических и ландшафтных характеристик в условиях курортов показали, что неустойчивое воздействие факторов среды наблюдается в пределах 40–50 км² площади (Условия формирования..., 1980). Поэтому территориальные комплексы с площадью более 50 км² отнесены нами к экосистемам

с устойчивым воздействием факторов среды на человека, а менее – к неустойчивым.

Следующий закон формирования экосистемы – закон саморегуляции, означает то, что экосистема стремится к стабильному состоянию за счет внутренних взаимосвязей. В результате формируется оптимально-определенная среда обитания и для человека, которая зависит от сочетания факторов и особенностей их взаимосвязей.

Медико-биологические взаимоотношения человека и среды основаны на следующих типах связей (Воронин, 1981):

- факторы среды (рекреационные ресурсы) действуют на человека благоприятно с эффектом оздоровления;
- факторы среды (источники загрязнения, низкие температуры воздуха, духота и др.) действуют неблагоприятно и вызывают негативные физиологические реакции;
- факторы среды при определенных условиях имеют двойственные связи: благоприятные и неблагоприятные.

По степени эффективности воздействия выделяются следующие виды связей:

- факторы среды действуют на организм человека непосредственно (климатические компоненты, абсолютная высота местности, загрязнение и др.);
- факторы среды действуют косвенно (химический и минералогический состав почв, уклоны и экспозиция склонов рельефа, глубина залегания грунтовых вод и др.);
- факторы среды в зависимости от функционального их использования воздействуют на человека как непосредственно, так и косвенно (характер растительности, морфологическая структура рельефа, плотность населения и др.).

Благоприятный или неблагоприятный тип связи во многом зависит от качественного состояния внешней среды. Так, высокое ее качество влияет на человека благоприятно. И, наоборот, низкое качество воспринимается человеком негативно.

Следовательно, среда обитания человека, в первую очередь, определяется качественным состоянием компонентов экосистемы, соответствующим регламентирующим санитарно-гигиеническим и медико-биологическим нормам, а затем уже особенностями (характер, тип, вид) воздействия фактора среды на человека.

Качественное состояние компонентов экосистемы оценивалось нами без учета особенностей воздействия среды на человека. Так как факторы имеют трудно сопоставимые количественные и качественные характеристики, был применен балльный метод оценки, где 5 баллам соответствует наиболее высокое качество среды (фактора) с комфортным восприятием для человека. Низкий балл качества, равный 1, свидетельствует о крайней неблагоприятности оцениваемого фактора.

Неоднозначность воздействия одного и того же фактора в разных экосистемах, с едиными качественными характеристиками (выраженных в баллах), предопределило рассмотрение этих факторов с позиции характера, типа и вида воздействия их на человека. Так, фактор воздействия регионального уровня отличается по силе от того же фактора локального уровня. Далее, в зависимости от сочетания факторов среды меняется и характер воздействия его на человека. Большое значение из всего комплекса воздействующих на человека факторов имеет разный уровень значимости их на человека. Например, несопоставимы по значимости в формировании среды обитания такие факторы, как «дефицит тепла в организме летом» и «морфометрические характеристики рельефа»; естественно, первый фактор для человека более значим.

В результате был проведен отбор факторов по особенностям их воздействия на среду обитания человека (воздействие прямое, косвенное; благоприятное, неблагоприятное; устойчивое, неустойчивое); пространственной однородности распространения факторов; репрезентативности качественных и количественных характеристик факторов (табл. 1.2). Систематизация компонентов среды по характеру, типу, виду и способу воздействия на человека помогает понять их

Таблица 1.2

Факторы среды и характер их воздействия на человека в Приморском крае

Факторы среды	Коэффициент значимости (K _i)	Вид воздействия (прямой «+», косвенный «-»)	Тип воздействия (благоприятный «+», неблагоприятный «-»)
Удаленность от моря	1,8	+ -	+ -
Удаленность от гор	1,8	+ -	+
Абсолютная высота местности	2,0	+	+ -
Морфометрические характеристики рельефа	1,1	+ -	+ -
Расчлененность рельефа	1,7	+ -	-
Сток поверхностных вод	1,8	+ -	+
Запасы подземных вод	1,5	-	+
Вид водоема и продолжительность купального сезона	1,7	+	+
Заболоченность территории	2,0	+ -	-
Почвенный покров	1,2	+ -	-
Наводнения	1,7	-	+ -
Вид растительности	1,8	+ -	+
Технические характеристики растительности	1,5	-	+ -
Фитонцидность и кислородовыделение растительности	1,7	+	+
Ионизации местности	1,7	+	+
Естественная лесистость	2,0	+ -	+
Привлекательность ландшафта	1,3	-	+

Продолжение таблицы 1.2

Факторы среды	Коэффициент значимости (K _i)	Вид воздействия (прямой «+», косвенный «-»)	Тип воздействия (благоприятный «+», неблагоприятный «-»)
Годовое количество осадков	1,8	+	+ -
Ветровой режим	1,6	+	-
Число дней с биологически активной солнечной радиацией	2,0	+	+
Число дней с туманами	1,6	+	-
Число дней с душными погодами	1,3	+	-
Условные температуры в январе	2,0	+	-
Дефицит тепла в организме в июле	2,0	+	-
Изменчивость погоды в январе	1,2	+	-
Изменчивость погоды в апреле	1,2	+	-
Изменчивость погоды в июле	1,2	+	-
Изменчивость погоды в октябре	1,2	+	-
Межсуточная изменчивость давления в апреле	1,2	+	-
Межсуточная изменчивость давления в октябре	1,2	+	-
Ширина местности	2,0	+	+ -
Средоохранные проблемы лесопользования	1,8	-	-
Проблемы рационального лесопользования	1,5	+ -	-
Горимость лесов	1,2	+ -	-

Окончание таблицы 1.2

Факторы среды	Коэффициент значимости (K _i)	Вид воздействия (прямой «+», косвенный «-»)	Тип воздействия (благоприятный «+», неблагоприятный «-»)
Рубки	1,6	-	-
Природоохранные проблемы лесопользования	1,8	-	-
Санитарно-эпидемиологическое состояние территории радиационной опасности	1,7	+	-
Опасность территории по клещевому энцефалиту	1,2	+	-
Поллинозопасность растительности	1,4	+	-
Уровень транспортного обеспечения	2,0	+-	+
Система водоснабжения	2,0	+	+
Система канализации	1,6	+	+
Здравоохранение и образование	1,5	+-	+
Обеспеченность жильем	1,5	+	+
Система теплоснабжения	2,0	+	+
Санитарное состояние почвы (загрязнение)	1,5	+-	-
Санитарное состояние атмосферы (загрязнение)	2,0	+	-
Санитарное состояние воды (загрязнение)	2,0	+	-
Расстройство экосистем	2,0	+-	-
Интенсивность вредного воздействия на природную среду	2,0	-	-
Уровень переработки сырья	2,0	-	+
Плотность населения и система расселения	2,0	+-	+-

роль в формировании среды обитания человека и приближает к более объективной оценке качества этой среды. В свою очередь, нужно отметить, что все перечисленные связи действуют на человека в совокупности, усиливая или ослабляя воздействие отдельных факторов среды. Поэтому мы объединили эти связи в отдельный общий показатель воздействия – коэффициент воздействия (K_v).

В основу определения интегрального коэффициента (K_v) был положен также принцип соподчиненности связей. Главная, основная связь, по мнению авторов, формируется воздействием «объема, массы», фактора, устойчивость которого зависит от величины медико-экологического комплекса. Следующим уровнем связи является тип воздействия: благоприятный, неблагоприятный, двойной. Третий уровень связи характеризует вид воздействия: прямой, косвенный, ситуационный.

Медико-биологические исследования, широко проводимые в курортологии, и материалы Института МКВЛ СО РАН показывают определенную зависимость физического состояния человека от качественного состояния факторов окружающей человека среды (Воронин, 1981; Бокша, 1989; Веремчук, 1996, 2016). На основе анализа и обобщения этих исследований автором разработан условный интегральный коэффициент воздействия фактора среды (K_v), характеризующий уровень воздействия фактора среды в зависимости от его качественного состояния. Обобщающий коэффициент (K_v) определяется исходя из нейтрального состояния среды (фактора), при котором в организме человека не происходит ни положительных, ни отрицательных физиологических сдвигов, в этом случае условный коэффициент равен 1,0. Неблагоприятный тип связи снижает показатель K_v ($<1,0$) и, наоборот, благоприятный - повышает K_v ($>1,0$). В зависимости от сочетания характера, типа, вида связей определяется количественный показатель (K_v) (табл. 1.3). Устойчивый характер связи создается в крупных природно-территориальных единицах, неустойчивый – в небольших медико-экологических комплексах (менее 50 км²) (рис. 1.1).

Коэффициенты воздействия (K_v) факторов среды на человека

Качественный показатель фактора среды, баллы	Вид связи	Устойчивый благоприятный	Устойчивый неблагоприятный	Неустойчивый благоприятный	Неустойчивый неблагоприятный
5	Прямой	2,4	1,0	1,8	1,0
5	Косвенный	1,8	1,0	1,2	1,0
4,5	Прямой	2,2	1,0	1,7	1,0
4,5	Косвенный	1,4	1,0	1,1	1,0
4	Прямой	1,9	0,9	1,6	0,9
4	Косвенный	1,3	1,0	1,0	1,0
3,5	Прямой	1,7	0,8	1,4	0,8
3,5	Косвенный	1,1	0,9	1,0	0,9
3	Прямой	1,4	0,6	1,3	0,7
3	Косвенный	1,0	0,8	0,9	0,9
2,5	Прямой	1,0	0,4	1,0	0,5
2,5	Косвенный	0,8	0,6	0,8	0,9
2	Прямой	0,8	0,2	0,9	0,4
2	Косвенный	0,6	0,4	0,7	0,8
1,5	Прямой	0,6	0,1	0,8	0,4
1,5	Косвенный	0,5	0,2	0,6	0,7
1	Прямой	0,4	0	0,7	0,2
1	Косвенный	0,3	0,1	0,6	0,6

В зависимости от типа воздействия (благоприятный, неблагоприятный, двойной), вида (прямой, косвенный, ситуационный) воздействия фактора среды на человека коэффициент (K_v) имеет разные величины (табл. 1.3). Полученный коэффициент воздействия (K_v) применяется для определения реального восприятия человеком качественного состояния, воздействующего на него фактора.

Самое благоприятное воздействие на человека ($K_B = 2,4$) оказывает фактор, имеющий наибольший исходный показатель качества (Π_K), равный 5 баллам, при непосредственном (прямом), благоприятном и устойчивом воздействии. В зависимости от снижения качественного состояния фактора (от 5 баллов к 1) величина (K_B) резко снижается (рис. 1.2).

Рис. 1.2. Номограммы коэффициентов воздействия факторов среды на человека

При $\Pi_K = 2,5$ балла $K_B = 1,0$, что означает индифферентное восприятие человеком этого фактора. Если исходное качество фактора снижается ($\Pi_K = 1$ балл), то $K_B = 0,4$. Величина такого коэффициента указывает на негативное воздействие данного фактора на человека. При неблагоприятном воздействии фактора интегральный коэффициент K_B имеет негативную тенденцию воздействия ($K_B < 1$) при всех Π_K .

Фактор с двойным (благоприятным, неблагоприятным) и прямым (непосредственным) воздействием на человека при снижении Π_k от 5 до 1 имеет амплитуду снижения величины K_v в пределах от 1,6 ($\Pi_k = 5$) до 1 ($\Pi_k = 3,5$) и 0,2 ($\Pi_k = 1$).

При неустойчивом воздействии (прямой вид и благоприятный тип) наблюдается аналогичная тенденция снижения величины интегрального коэффициента воздействия (K_v), с той лишь разницей, что верхняя граница этой величины не превышает 1,8 (благоприятный тип связи) и 0,2 (неблагоприятный тип связи). Более сложные воздействия факторов среды на человека происходят при косвенных связях.

На основании табл. 1.3 и графиков зависимости K_v от качественного состояния факторов окружающей человека среды была составлена номограмма коэффициентов воздействия (K_v) (рис. 1.2). Зная качественное состояние фактора среды (Π_k), а также характер (устойчивый, неустойчивый), тип (благоприятный, неблагоприятный, двойной) и вид связи (прямой, косвенный, ситуационный), можно быстро определить обобщающий коэффициент воздействия фактора среды на человека.

1.3. Интегральная оценка воздействия факторов окружающей среды на человека в Приморском крае

Учитывая особенности неравномерного воздействия факторов окружающей среды на человека, можно сделать вывод: трудно оценить качество окружающей человека среды обитания, не применив интегральный показатель, который смог бы обобщить все особенности, установить общую тенденцию формирования среды обитания человека.

Это связано прежде всего с отсутствием компонентов внешней среды, которые воздействуют на организм человека изолированно, обособленно. Последствия подобного воздействия будут зависеть от всей совокупности условий, а изменение даже одного, на первый

взгляд, незначительного элемента может вызвать выраженное изменение в реакции организма на факторы окружающей среды.

В большинстве медико-географических, климатофизиологических и экологических исследований, связанных с человеком, фигурируют преимущественно абсолютные величины факторов среды, тогда как дифференциальные характеристики (градиент условий) исследуются недостаточно. Между тем процесс адаптации человека к факторам среды зависит не столько от реальных внешних факторов воздействия как таковых, сколько от контраста между фактическими условиями («по факту») и условиями оптимального физиологического состояния человека, соответствующего медико-биологическим нормам.

Так как понятие нормы неоднозначно, особенно по отношению к отдельно взятому человеку, были применены популяционные нормативы, т.е. обобщенные нормы без учета индивидуального здоровья отдельно взятого человека. Для характеристики оптимального физиологического состояния человека было введено условное понятие «идеальной» среды, которое соответствует санитарно-гигиеническим и медико-биологическим нормам.

В современной гигиене нет оценочных критериев благоприятной для человека естественной окружающей среды, поэтому нами были приняты критерии, широко применяемые в рекреации. Именно в процессе полноценного отдыха в экологически благополучной среде человек не испытывает стрессового напряжения и чувствует себя комфортно. Антропогенное воздействие (загрязнение воздуха, воды и почв) оценивалось согласно превышению уровней ПДК. Социально-бытовые нормы принимались на основе российских и международных уровней, правил и стандартов обеспеченности жильем, медицинской помощью, коммунальными услугами и т.д.

Понятие среды «по факту» указывает на реальное состояние условий обитания человека. При сравнении среды «по факту» с «идеальной» отмечается значительное различие. Чем выше уровень этого различия (контраст), тем сильнее факторы среды воздействуют на

человека. Такой подход позволяет рассчитать стрессовые нагрузки внешней среды на человека, идентифицируемые как «отклик организма» на их воздействие.

Таким образом, методика определения интегрального индекса воздействия (ИИВ) позволяет уловить «отклик организма» на среду, что, на наш взгляд, дает более реальное отображение условий обитания человека. Использование в качестве оценочных показателей ПДК создает репрезентативность оценки.

Если представить фактическое и «идеальное» состояние среды как две контрастные среды, то априори ясно, что негативное восприятие организмом человека тем значительней, чем в большей мере и по большему числу показателей они различаются между собой. В условиях северных и центральных районов Приморского края это происходит достаточно четко – фактическое состояние сильно отличается от качества, соответствующего потребностям населения к комфортным условиям.

Количественная величина «идеального» состояния фактора воздействия складывается из наиболее благоприятного ($x_i = 5$ баллам) состояния фактора среды, имеющего устойчивый характер воздействия при саногенном (благоприятном) и непосредственном (прямом) влиянии на организм человека с $K_e = 2,4$ (рис. 1.2). В результате при $x_i \times K_e$ фактор среды воспринимается человеком на 12 баллов ($5,0 \times 2,4 = 12,0$).

Так как среда обитания человека – это совокупность неоднородных, с разным характером, уровнем и интенсивностью воздействия факторов среды, в зависимости от заболевания (нозология) или функциональной цели (оздоровление или жизнеобитание) значимость для человека каждого отдельного фактора меняется. Степень дифференциации этой значимости отражена в коэффициенте значимости ($K_{зн}$).

Градиентный подход к оценке совокупного воздействия факторов внешней среды на человека позволил рассчитать интегральный показатель «отклика организма» на нагрузки внешней среды (Матюхин, Разумов, 1999).

Используя системный подход, где за систему был взят человек со сложившимся физиологическим стереотипом и потребностями к качественной среде, были проведены математические расчеты «отклика организма» или интегрального индекса воздействия (ИВВ) совокупности факторов внешней среды на человека. В результате факторы внешней среды, влияющие на человека и характеризующиеся набором параметров $x_1, x_2, \dots, x_n$, считаются независимыми переменными. Тогда функция $K(x_1, \dots, x_n)$ будет отражать напряженность воздействия среды на человека (население) и соответственно формировать конкретные условия среды его обитания. В наборе параметров $x_1, \dots, x_n$ выделяются значения $x_{01}, x_{02}, \dots, x_{0n}$, при которых нагрузки на человека будут минимальными («идеальная» среда). В результате функция $K(x_1, \dots, x_n)$ в окрестности точки 0 будет иметь экстремум. Изменение совокупности функции $K(x_1, \dots, x_n)$ будет пропорционально отклонению отдельно взятого параметра от значения x_{01} .

При решении системы уравнений в частных производных для независимых переменных В.А. Матюхин и А.Н. Разумов (1999) предложили формулу расчета «отклика организма» на воздействие факторов внешней среды. Мы использовали каркас этой формулы, взяв за основу влияние контраста (градиент природных условий) по экспоненте, дополнив его коэффициентами воздействия (K_{ϵ}) и значимости (K_{zn}), указывающими на варьирование степени благоприятности влияния фактора на человека. В результате формула приобрела следующий вид:

$$H(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \exp - \frac{[K_{zn}(x_i K_{i\epsilon} - x_{0i} K_{0\epsilon})]^2}{2nL_i^2}, \quad (1.1)$$

где: $K(x_1, \dots, x_n)$ – функция «отклика организма» на воздействие внешней среды; x_i – фактическое состояние фактора среды; x_{0i} – состояние i -го фактора «идеальной» среды (в пределах нормы); L_i – масштабный множитель размерности фактора среды; K_{zn} – коэффициент значимости i -го фактора среды; $K_{i\epsilon}$ – коэффициент воздействия i -го фактора среды на человека; $K_{0\epsilon}$ – коэффициент воздействия на человека i -го фактора среды в состоянии «идеальной» среды; n – количество факторов среды.

Следует отметить некоторые особенности полученной функции отклика изучаемой системы на изменение параметров $x_1, \dots, x_n$: 1) соотношение [формула (1.1)] определяет в $(n+1)$ -мерном пространстве поверхность с абсолютным экстремумом в точке 0 в полном соответствии со сделанными выше предположениями, причем $\lim K(x_1, \dots, x_n) = 1$ при $x_1 = x_{01}, \dots, x_n = x_{0n}$, $K(x_1, \dots, x_n) = 1$, что соответствует минимальным физиологическим нагрузкам; 2) отклонение любого из параметров от его значения x_{0i} (увеличение контраста) уменьшает числовое значение $K(x_1, \dots, x_n)$, свидетельствуя об увеличении физиологических нагрузок и изменении функционального состояния организма. При этом отклонение выбранного параметра x_i от x_{0i} не может быть «скомпенсировано» изменением любых других параметров. Функция $K(x_1, \dots, x_n)$ отражает не только функцию «отклика» организма на совокупное влияние факторов среды, но и является интегральным индексом воздействия (*ИВВ*) среды на человека (население). Подобный подход позволяет определить общий фон качества условий обитания человека, с учетом особенности восприятия им каждого фактора. К примеру, если при оценке отмечается низкое качество фактора среды ($\Pi_{\text{кач}}$), при этом наблюдается неблагоприятное воздействие этого фактора на человека, то восприятие его человеком еще более усугубляется, и наоборот – саногенное (благоприятное) воздействие сглаживает восприятие низкого качества фактора среды. Клинические исследования влияния контрастных сред на организм человека показали, что наиболее благоприятным является *ИИВ*, находящийся в пределах 0,6-0,61 (Матюхин, Разумов, 1999). Процедура оценки качества среды обитания человека включает: 1) установление системности воздействия факторов среды на человека; 2) определение качественного состояния ($\Pi_{\text{кач}}$) каждого фактора среды обитания; 3) разработку поправочного коэффициента воздействия ($K_{\text{с}}$), учитывающего совокупность и соподчиненность влияния факторов окружающей среды; 4) расчет интегрального индекса воздействия факторов среды в экспоненциальной зависимости на основе градиентного подхода (форм. 1.1) (Веремчук и др., 2000).

Таким образом, технология оценки качества среды обитания человека - многоступенчатая процедура. На первом этапе оценивается изначальное состояние внешней среды в соответствии с санитарно-гигиеническими, медико-биологическими и другими нормами. Затем для оценки необходима начальная систематизация связей человека и среды и введение обобщающего коэффициента воздействия (K_v). Именно коэффициент (K_v) при формализации взаимоотношений «человека» и «среды» сближает эти две системы.

1.4. Классифицирование качества среды обитания человека в Приморском крае

Потребность регламентирования качества среды вызвала разработку средневзвешенного интегрального показателя (ИИВ), позволяющего ориентироваться в уровне комфортности среды. Согласно полученному в клинических условиях (Матюхин, Разумов, 1999) оптимальному показателю «функции отклика» организма (идентичный с ним показатель ИИВ), при интегральном воздействии факторов среды, равном 0,65, а также предельном значении экспоненциальной функции (1,0), можно достаточно четко констатировать уровень неблагоприятного воздействия внешних факторов на среду обитания человека. Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- уровень и характер воздействия фактора среды на человека в Приморском крае зависит от места и роли связей его в системе «человек – среда»;
- условный коэффициент воздействия (K_v), учитывающий общую тенденцию воздействия фактора среды на человека, выводится на основе систематизации взаимосвязей;
- контраст между фактическим состоянием среды и состоянием, соответствующим потребностям человека, позволяет рассчитать «отклик организма» или индекс воздействия (ИВ);

- использование экспоненциальной зависимости при расчете интегрального индекса воздействия (ИИВ) позволяет выявить расчетный «оптимум» среды воздействия, равный 1,0, и уровень негативного влияния внешней среды на человека.

Качество жизнедеятельности населения в Приморском крае зависит от интегрального воздействия природных, экологических и социально-экономических факторов окружающей среды.

Особенности природной среды приморских территорий (гористый рельеф, муссонный климат) и хозяйственной деятельности (ресурсная направленность хозяйственной деятельности) и пространственно-неравномерная и слабая социально-экономическая освоенность территории наложили отпечаток на территориальное распределение качественных условий обитания человека (рис. 1.3) (Веремчук и др., 2000). Расчеты интегральных индексов воздействия (ИИВ) в Приморском крае позволили выделить четыре категории местностей: с благоприятной средой обитания человека ($\text{ИИВ} > 0,4$); условно благоприятной ($\text{ИИВ} = 0,3-0,4$); неблагоприятной ($\text{ИИВ} = 0,2-0,3$); особо неблагоприятной средой ($\text{ИИВ} < 0,2$) (рис. 1.3).

Благоприятная среда обитания человека в Приморском крае имеет показатели $\text{ИИВ} > 0,4$ и занимает небольшие территории на юге и юго-западе Приморья (рис. 1.3).

Это, как правило, южные и юго-восточные прибрежные районы края, некоторые долины крупных рек центрального Приморья и отдельные территории юго-западного Приханковья. Районы южного побережья имеют достаточно высокие показатели для приморских территорий (доходящие до 0,5 в пригородной зоне Владивостока) за счет благоприятного сочетания природных факторов (относительно мягкий климат, теплое морское побережье с удобными бухтами, видовое разнообразие растительности) и развитой социально-экономической сферы, которая во многом обуславливает высокое качество условий проживания человека. Однако несоответствие оптимальному $\text{ИИВ} = 0,65$ связано с антропогенными нагрузками (пригород г. Владивосток,

Рис. 1.3. Качество условий среды обитания человека в Приморском крае

Ливадийское побережье), неразвитостью социально-бытовой инфраструктуры (юго-восточное побережье и долины центральных рек). Районы юго-западного Приханковья, имеющие повышенный уровень антропогенного воздействия и менее развитую социально-бытовую инфраструктуру, выигрывают за счет более благоприятного климата.

Условно благоприятная среда обитания человека (ИИВ = 0,3 – 0,4) распределена территориально шире, чем предыдущая, но также имеет локальный характер: в южном и юго-западном предгорье

Сихотэ-Алиня, Восточно-Маньчжурских горах, в долинах крупных рек Приморья и на центрально-восточном побережье. Это, как правило, малозаселенные районы с высоким уровнем экологического благополучия местности, относительно благоприятным климатом, видовым разнообразием растительности, благоприятными свойствами гидросферы. Однако неразвитость социально-экономической структуры, неудобный для широкого хозяйственного освоения рельеф снижают показатель ИИВ до 0,3. Показатель ИИВ = 0,3–0,4 в долинах крупных рек при экологическом благополучии указывает на высокие потенциальные возможности освоения данных территорий (удобный рельеф для развития сельского хозяйства и строительства, достаточное количество пресной воды, видовое разнообразие растительности). Центрально-восточное побережье уступает по климатическим показателям другим районам, но выход к морю повышает перспективы экономического развития этих территорий и, следовательно, условий обитания человека.

Неблагоприятная среда обитания человека имеет ИИВ = 0,2–0,3 и занимает наибольшую территорию Приморского края. Это в основном горные районы Сихотэ-Алиня, Приханкайская равнина и наиболее заселенные районы предгорья Сихотэ-Алиня. Неблагоприятное воздействие связано, в первую очередь, со сложным горным рельефом (сильное расчленение, значительные абсолютные высоты местности, большие уклоны) и повышенным годовым количеством осадков. Все это создает при сейсмической опасности местности (до 6–7 баллов) угрозу оползней, обвалов, камнепадов и даже в некоторых южных районах – селей. Слабая хозяйственная освоенность обуславливает неразвитую социально-бытовую инфраструктуру и плохую транспортную доступность территории. Однако это район экологического благополучия, богатейшей и уникальной уссурийской тайги, которая в сочетании с целебным горным воздухом может быть прекрасным ресурсом для оздоровления (туризм, альпинизм, водный туризм, лыжные базы, оздоровительные лагеря, базы отдыха и другие виды рекреации).

В районах Приханкайской равнины и предгорьях Сихотэ-Алиня низкий показатель ИИВ свидетельствует об экологическом неблагополучии местности, связанном с антропогенным воздействием (сельскохозяйственным, индустриально-строительным, тепло-энерго-промышленным, горнохимическим и лесо-энергохимическим производством). На Приханкайской равнине неблагоприятное воздействие на человека оказывает характер растительности (степная, луговая, болотная), вызывающий аллергические реакции. Сильная заболоченность способствует широкому распространению кровососущих насекомых.

Летом высокие температуры, сопровождающиеся духотой и приводящие к перегреванию организма, а зимой сильные ветра, делают этот район нагрузочным для людей с сердечно-сосудистой патологией.

Однако благоприятный рельеф для широкого развития сельского хозяйства, теплый климат, высокий уровень социально-экономического развития привлекают население в эти районы. Поэтому здесь наиболее актуальна разработка конструктивных решений по экологической безопасности населения для нейтрализации негативных природных и антропогенных воздействий.

В предгорных районах Сихотэ-Алиня с высоким уровнем хозяйственного освоения и наличием значительного техногенного пресса, отмечается повышенная расчлененность рельефа, создающая определенную уязвимость природных экосистем.

Это район повышенной сейсмической опасности (более 8 баллов), которая может вызвать обвалы, оползни, провалы, сильную активизацию склоновых процессов и т.д. Все это приводит к удорожанию строительства, а, следовательно, и напряженности в оптимизации среды обитания человека.

Неблагоприятная среда обитания совпадает с территорией крупных городов и поселков городского типа южного побережья (Владивосток, Артем, Находка, Большой Камень, Фокино, Славянка). Это районы наибольшего техногенного воздействия на природную среду и на здоровье человека.

Полифункциональность природной среды (относительно теплый климат и морская вода, богатая растительность) и социально-экономической сферы (выход к морю и торговые связи со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, достигнутый экономический потенциал территории и т.д.) делает ее более заселенной (около 60 % населения края). Поэтому проблемы реализации мероприятий по созданию экологической безопасности населения юга Приморского края не терпят промедления. Об этом свидетельствует множество работ, констатирующих резкое ухудшение здоровья населения этих территорий.

Особо неблагоприятная среда имеет ИИВ $< 0,2$. Это в основном сильно заболоченные районы края, не пригодные для проживания человека. В особо неблагоприятную среду вошли также территории, объявленные в конце прошлого столетия районами «экологического неблагополучия» (г. Дальнегорск, пос. Кавалерово и Приханковье).

Сильно заболоченные районы края располагаются в долинах крупных рек (Уссури, нижнего течения рек Бикин, Большая Уссурка, Арсеньевка и др.) и юго-восточном побережье оз. Ханка.

Эти районы мало заселены, крупные населенные пункты (Дальнереченск, Лесозаводск и др.) располагаются вдоль Транссибирской магистрали и являются в основном районными центрами. Несмотря на то, что эти города и поселки имеют достаточно высокий социально-экономический уровень развития (транспортная доступность, инфраструктурная обеспеченность и др.) улучшающие качество жизни населения, экологическое состояние в данных районах имеют неблагоприятные экологические условия (крайне неудовлетворительные условия самоочищения атмосферы, частые наводнения, сильное загрязнение воды и почв).

Для районов характерна заболоченность с повышенной влажностью, трудной проходимостью местности, обилием кровососущих насекомых, материалозатратным сельским хозяйством и промышленно-гражданским строительством. Все это делает данные территории особо неблагоприятными для обитания человека.

Для выявления закономерностей формирования среды обитания человека была определена процентная значимость отдельных «блок-факторов» (воздействие рельефных признаков, климатических, гидросферных, биотических, техногенных и социально-экономических), которые позволили быстро ориентироваться в приоритетах неблагоприятного воздействия факторов внешней среды и создавать картину территориальной индивидуальности районов Приморского края (рис. 1.3).

Таким образом, группировка территорий по интегральному индексу воздействия (ИИВ) и выявление негативно значимых для среды обитания человека «блок-факторов» внешней среды наглядно показывают уровень и характер напряжения (воздействия) окружающей среды на человека, население, среду обитания. Такой методологический подход и его методическое обеспечение позволяют сделать следующие выводы:

1. Вся территория Приморского края по характеру воздействия факторов среды на человека является «нагрузочной» (ИИВ не превышает 0,55 при норме 0,65).

2. Качество среды обитания человека в малозаселенных районах края определяет природный блок факторов, ведущее место в котором занимают климат и рельеф.

3. В местах поселений качество среды обусловлено плотностью населения (социогенные факторы), производственной вредностью предприятий, уровнем развития конечных стадий переработки сырья (техногенное загрязнение) и природными условиями – комфортностью климата, степенью самоочищения атмосферы и удаленности от моря.

ГЛАВА 2. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

На фоне общего воздействия качества среды обитания человека важную роль играют доминантные факторы влияния, вызывающие патологические реакции отдельного контингента населения Приморского края, вызывая характерные заболевания, провоцируемые нестабильностью природно-техногенной и социальной средой. Чем выше отдельные и совокупные нагрузки факторов окружающей среды на организм человека, тем больше вероятность возникновения срыва адаптационных механизмов человека и развития патогенных реакций. Поэтому среда обитания человека является фоном, на котором в зависимости от доминантного экстремального воздействия отдельных факторов развиваются эколого-зависимые заболевания.

Как правило, эколого-зависимые заболевания хорошо коррелируются с качеством атмосферного воздуха, питьевой воды, социально-экономической обстановкой региона, включающей питание, уровень здравоохранения, образования, жилищные условия и другие составляющие полноценное качество жизни населения края. За последнее десятилетие в Приморском крае наметилась тенденция роста социально значимых нозологических форм.

2.1. Состояние атмосферного воздуха в населенных пунктах Приморского края

Одним из качественных показателей среды обитания человека является состояние атмосферного воздуха. На первом месте по загрязнению атмосферного воздуха на территории Приморского края находится транспорт и предприятия теплоэнергетики. По данным социально-гигиенического мониторинга, приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха являются взвешенные вещества, сернистый газ, окислы азота, бенз(а)пирен с наибольшим удельным весом проб, превышающих ПДК, в зонах жилой застройки районов автомагистралей.

На территории Приморского края стабилизировалась ситуация по состоянию атмосферного воздуха в 2016 г., удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением предельно-допустимых концентраций (ПДК) на уровне 2015 г. составил 0,4 %, что ниже показателя за 2015 г. по Российской Федерации (0,81 %).

В 2016 г. регистрировалось превышение ПДК загрязняющих химических веществ в атмосферном воздухе на территории сельских поселений 7,1 %, в 2015 г. превышение ПДК не зарегистрировано, а в 2014 г оно составило 2,4 %. Наиболее загрязнен атмосферный воздух сел взвешенными веществами, одной из причин загрязнения является недостаточное благоустройство территории.

В 2016 г. на территории Приморского края удельный вес проб атмосферного воздуха на автомагистралях в зоне жилой застройки, превышающих ПДК, превысил уровень 2015 г. на 0,22 % (2016 г. – 1,2 %, 2015 г. – 0,98 %, 2014 г. – 0,1 %), что объясняется увеличением автотранспортного потока в крупных городах края. В зоне влияния промышленных предприятий (маршрутные и подфакельные исследования) удельный вес проб воздуха, превышающих ПДК, на уровне 2015 г. (2016 г. – 0,3 %, 2015 г. – 0,2 %, 2014 г. – 0,6 %). На протяжении последних лет отмечается высокий уровень загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, обусловленный увеличением количества

автотранспортных средств. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена в 2016 г. превышали допустимую норму в г. Уссурийск в 2,7 раза, г. Владивосток в 1,2 раза.

По концентрации диоксида азота среднегодовое превышение допустимой нормы в г. Артем составило в 1,9 раза, г. Владивосток – в 1,8 раза, г. Уссурийск – в 2,8 раза, г. Находка – в 2,3 раза. Концентрации оксида азота превысили допустимую норму в г. Владивосток в 3,2 раза. Среднегодовые концентрации диоксида азота превысили допустимую норму в г. Артем в 1,9 раза, г. Владивосток в 1,8 раза, г. Уссурийск в 2,8 раза, г. Находка в 2,3 раза. Среднегодовые концентрации оксида азота превысили допустимую норму в г. Владивосток в 3,2 раза. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ превысили ПДК среднесуточные в следующих городах: Владивосток (диоксид азота, оксид азота, бенз(а)пирен), Артём (диоксид азота), Уссурийск (диоксид азота, бенз(а)пирен), Находка (диоксид азота). В г. Дальнегорск превышения среднесуточных ПДК по веществам не наблюдалось.

По данным Приморского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды оценке подлежали результаты лабораторного наблюдения за качеством атмосферного воздуха в городах, где осуществлялось систематическое наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха: Артем, Владивосток, Дальнегорск, Находка, Уссурийск.

На основе определения суммарного индекса опасности HQ (отношение воздействующей дозы химического вещества к референтному уровню) в городах Приморского края был рассчитан риск развития не канцерогенных эффектов при комбинированном воздействии приоритетных химических загрязнителей, влияющих на системы организма (табл. 2.1) (Государственный доклад..., 2017).

Среди основных неблагоприятных последствий, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, следует выделить, легочную патологию, сердечно-сосудистые (ССС) и кровеносные отклонения в здоровье населения края.

Таблица 2.1

**Индекс опасности при комбинированном поступлении химических
веществ в городах Приморского края в 2012 – 2016 гг.**

Загрязнители	Индекс опасности (НQ)					Критический орган (система)
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	
Владивосток						
Взвешенные вещества	2,32	1,45	1,47	1,45	1,35	ОД
Сера диоксид	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	– –
Азот диоксид	1,73	1,58	1,13	1,4	1,83	ОД, кровь
Оксид углерода	0,66	0,70	0,76	0,72	0,63	ЦНС, ССС, кровь
ТНІ	4,79	3,93	4,05	4,21	3,18	
Уссурийск						
Взвешенные вещества	3,11	2,75	2,12	2,17	1,88	ОД
Сера диоксид	0,10	0,06	0,10	0,08	0,04	– –
Азот диоксид	1,73	1,58	1,13	1,4	1,83	ОД, кровь
Оксид углерода	0,37	0,37	0,27	0,23	0,27	ЦНС, ССС, кровь
ТНІ	5,30	4,75	3,61	3,89	4,01	
Артем						
Взвешенные вещества	1,55	1,65	1,56	1,31	1,36	ОД
Сера диоксид						– –
Азот диоксид	2,03	2,05	2,00	2,00	1,53	ОД, кровь
Оксид углерода	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	ЦНС, ССС, кровь
ТНІ	3,91	4,04	3,89	3,64	3,22	
Находка						
Взвешенные вещества	0,27	0,63	0,52	0,37	0,35	ОД
Сера диоксид	0,00	0,02	0,02	0,0	0,0	– –

Окончание таблицы 2.1.

Азот диоксид	0,60	0,73	0,70	1,35	1,23	ОД, кровь
ТНІ	0,87	1,37	1,24	1,72	1,57	
Дальнегорск						
Взвешенные вещества	0,99	0,88	0,88	0,79	0,53	ОД
Сера диоксид	0,36	0,30	0,24	0,22	0,1	– –
Азот диоксид	0,85	0,95	0,83	0,85	1,0	ОД, кровь
ТНІ	2,20	2,13	1,95	1,86	1,63	

Примечание: ТНІ - суммарный индекс опасности; ЦНС – центральная нервная система; ССС – сердечно-сосудистая система, ОД – органы дыхания.

Суммарный индекс опасности превысил нормативный в городах: Владивосток – в 3,1 раза; Уссурийск – в 4,0 раза; Артем – в 3,2 раза; Дальнегорск – в 1,6 раза; Находка – в 1,6 раза. Наибольший процент в структуре суммарного индекса опасности принадлежит диоксиду азота (от 37,7 до 77,9 %) и взвешенным веществам (от 22,1 до 54,5 %).

В результате вероятность возникновения вредных эффектов для здоровья населения Приморского края от химического загрязнения воздушной среды высокая. Наибольший риск возникновения неблагоприятных эффектов для здоровья возможен у населения, проживающего вблизи автомагистралей с интенсивным движением и в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий.

2.2. Качество питьевой воды

Заболеваемость мочевыделительной системы тесно связана с санитарным состоянием водоемов, систем водоснабжения и канализации, особенно в экстремальные годы с проблемным водоснабжением.

Снабжение населения доброкачественной питьевой водой на протяжении многих лет остается одной из главных задач в обеспечении санитарно – эпидемиологического благополучия края.

2.2.1. Качество питьевой воды в водопроводной сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Приморском крае

При многолетнем наблюдении за состоянием водоснабжения в Приморском крае отмечается положительная динамика по снижению удельного веса источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарным нормам и правилам (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Качество питьевой воды из водопроводной сети (% нестандартных проб)

Город, район	Санитарно-химические показатели по годам				Динамика к 2015 г.	Микробиологические показатели по годам				Динамика к 2015 г.
	2013	2014	2015	2016		2013	2014	2015	2016	
Арсеньев	12,0	33,9	41,7	58,4	↑ 1,4	0,3	0,4	0	0	-
Артем	50,6	22,1	21,9	16,3	↓ 1,3	5,1	7,5	3,7	6,5	↑ 1,8
Владивосток	65,1	51,5	40,7	30,5	↓ 1,3	6,5	3,6	2,5	3,3	↑ 1,3
Дальнереченск	51,1	-	62,0	58,9	↓ 1,1	5,6	9,8	7,3	15,4	↑ 2,1
Лесозаводск	66,9	59,1	58,2	13,7	↓ 4,2	0,5	11,5	2,4	3,4	↑ 1,4
Находка	1,7	4,3	4,0	7,1	↑ 1,8	1,9	2,0	1,2	0,8	↓ 1,5
Спасск-Дальний	6,0	45,4	41,7	34,2	↓ 1,2	11,1	7,8	1,9	3,6	↑ 1,9
Партизанск	47,2	33,3	30,8	19,6	↓ 1,6	3,3	8,2	6,8	11,0	↑ 1,6
Уссурийск	53,7	49,8	21,5	38,8	↑ 1,8	3,6	1,9	1,2	0,6	↓ 2,0
Дальнегорск	42,0	24,6	15,8	18,8	↑ 1,2	9,4	2,5	8,3	11,7	↑ 1,4
Анучинский	0	50,7	71,4	25,7	↓ 2,8	5,9	7,3	0,6	0	↓ 0,6
Кавалеровский	6,5	1,6	3,8	24,7	↑ 6,5	17,1	14,5	14,2	15,5	↑ 1,1
Лазовский	48,7	65,1	51,9	40,3	↓ 1,3	32,8	39,8	35,7	9,4	↓ 3,8
Михайловский	60,0	59,9	45,5	56,0	↑ 1,2	5,0	5,1	15,6	1,7	↓ 9,2
Кировский	7,5	18,6	28,2	14,7	↓ 1,9	1,8	4,1	5,4	9,4	↑ 1,7

Окончание таблицы 2.2

Красноар- мейский	0	13,6	17,4	10,0	↓ 1,7	10,0	26,2	21,4	20,5	↓ 1,04
Надеждин- ский	43,6	45,9	43,1	42,4	↓ 1,01	31,5	24,1	28,9	19,3	↓ 1,5
Октябрь- ский	37,2	45,1	32,2	41,0	↑ 1,3	20,6	11,9	10,1	9,2	↓ 1,1
Ольгин- ский	26,0	31,4	16,9	7,9	↓ 2,1	14,6	12,8	24,8	27,1	↑ 1,1
Партизан- ский	12,3	18,6	21,2	19,3	↓ 1,1	15,8	12,0	16,7	13,1	↓ 1,3
Пожар- ский	2,0	2,5	9,5	5,0	↓ 1,9	3,6	6,1	6,6	9,4	↑ 1,4
Погранич- ный	54,5	36,5	33,8	53,1	↑ 1,6	13,2	12,5	12,8	14,6	↑ 1,1
Тер- нейский	13,8	0	0	8,2	↑ 8,2	15,2	8,3	0	9,2	↑ 9,2
Хасанский	15,4	25,3	25,4	31,4	↑ 1,2	22,0	20,8	23,7	29,6	↑ 1,2
Ханкай- ский	3,3	21,0	50,3	56,3	↑ 1,1	9,2	9,1	3,9	4,1	↑ 1,05
Хороль- ский	32,0	15,9	79,4	66,6	↓ 1,2	1,2	1,9	8,6	5,0	↓ 1,7
Чернигов- ский	29,2	33,3	19,4	28,1	↑ 1,4	9,3	2,0	1,5	1,9	↑ 1,3
Чугуев- ский	3,8	38,7	50,7	21,5	↓ 2,4	7,8	8,6	24,6	4,6	↓ 5,3
Шкотов- ский	32,8	27,0	25,1	13,3	↓ 1,9	54,4	43,9	39,5	35,9	↓ 1,1
Яковлев- ский	2,7	32,9	30,9	13,5	↓ 2,3	10,6	8,8	2,2	1,02	↓ 2,1
Примор- ский край	30,4	31,6	30,4	28,4	↓ 1,1	10,2	8,8	8,5	8,4	↓ 1,01
Российская Федерация	16,4	15,5	14,3	—	—	4,2	3,7	3,5	—	—

На территории Приморского края из 578 водоисточников 43 по-
верхностных. Из них не отвечают санитарным нормам и правилам 2
источника, что составляет 4,7 % (2015 г. – 9,1 %, 2014 г. – 11,9 %), Из
535 подземных источников не отвечают нормам 89 (16,6 %), в 2015 г.

данный показатель составил 18,8 %, в 2014 г. – 17,4 %. По-прежнему актуальной является проблема оборудования и надлежащего состояния зон санитарной охраны водоисточников. Удельный вес водоисточников, не оборудованных зонами санитарной охраны, в 2016 г. составил 15,4 % (2015 г. – 18,1 %, 2014 г. – 16,6 %).

Из 43 поверхностных водоисточников не имеют зон санитарной охраны 2 (4,7 %), расположенные в г. Партизанск, Кавалеровском районе. Из 535 подземных водоисточников не имеет зон санитарной охраны 87 (16,3 %). Наибольшее количество источников, не отвечающих требованиям санитарных норм и правил, в том числе из-за отсутствия ЗСО (зоны санитарной охраны), находятся на территории Черниговского, Шкотовского, Надеждинского, Партизанского, Тернейского, Анучинского и Лазовского районов.

К причинам несоответствия качества питьевой воды нормативным требованиям относятся: природообусловленные концентрации элементов в воде водоисточников; несовершенная система очистных сооружений водопроводов либо их отсутствие; вторичное загрязнение воды в водопроводных сетях из-за неудовлетворительного санитарно-технического состояния.

К основным показателям, не соответствующим гигиеническим нормативам в питьевой воде централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, отнесены железо, кремний, марганец, хлороформ, нитраты, трихлорэтилен, общая жесткость, ОКБ, ТКБ, коллифаги.

По данным анализа ФИФ СГМ за 2014 – 2016 гг., к числу основных веществ, загрязняющих питьевую воду систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, отнесены железо, марганец и трихлорэтилен. На первом месте по загрязнению питьевой воды железом (Владивосток, Михайловский, Надеждинский, Октябрьский, Партизанский, Уссурийский, Хасанский, Чугуевский, Шкотовский районы). Территориями с самым высоким загрязнением воды марганцем

являются Дальнереченский, Михайловский, Чугуевский и Партизанский районы. Территорией Приморского края, на которой в 2016 г. была превышена концентрация трихлорэтилена в системе централизованного водоснабжения более 5 ПДК, стал Октябрьский район.

2.2.2. Качество питьевой воды систем нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Приморском крае

Общее количество общественных колодцев в 2016 г., не отвечающих требованиям санитарных норм и правил, составляет 27,1 % (в 2015 г. – 26,9 %, 2014 г. – 27,5 %). В сельских поселениях эксплуатируются для питьевых нужд населения 1380 колодцев, из них не отвечали требованиям 28,6 % (2015 г. – 24,7 %, 2014 г. – 25,5 %). Отслеживается снижение количества общественных колодцев в связи с организацией жителями сельских поселений собственных подземных водисточников (бурение скважины на участках).

Отмечается тенденция улучшения качества воды колодцев по санитарно-химическим показателям в городских и сельских поселениях. В 2016 г. ухудшилось качество воды нецентрализованного водоснабжения по микробиологическим показателям после прохождения тайфуна «Лайонрок» в сентябре 2016 г. (табл. 2.3).

Таблица 2.3

Показатели качества питьевой воды нецентрализованного водоснабжения по Приморскому краю (% нестандартных проб) за 2013 – 2016 гг.

Территории	Санитарно-химические показатели по годам				Динамика к 2015 г	Микробиологические показатели по годам				Динамика к 2015 г
	2013	2014	2015	2016		2013	2014	2015	2016	
Арсеньев	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Артём	71,4	59,6	51,6	52,4	↓ 1,02	81,4	63,7	55,8	55,7	↓ 1,001
Владивосток	53,3	41,4	37,9	29,6	↓ 1,3	86,7	62,9	59,8	74,2	↑ 1,2
Дальнереченск	37,1	-	0	14,3	↑ 14,3	13,3	31,0	1,4	16,9	↑ 12,1

Окончание таблицы 2.3

Лесозаводск	42,9	70,2	34,7	49,4	↑ 1,4	25,0	50	17,8	40,3	↑ 2,3
Находка	0	2,5	28,6	0	↓ 28,6	16,7	7,4	0	25	↑ 25
Спасск-Даль- ний	35,2	28,4	20,0	0	↓ 20,0	84,2	63,9	50,0	0	↓ 50
Партизанск	51,1	-	-	28,6	↑ 28,6	2,5	11,1	-	11,1	↑ 11,1
Уссурийск	62,5	36,4	29,9	2,2	↓ 13,6	3,1	19,4	25,0	17	↓ 1,5
Дальнегорск	10,3	5,3	0	2,2	↑ 2,2	40,4	71,6	42,4	51,3	↑ 1,2
Анучинский р-н	0	41,1	39,0	20	↓ 2,0	30,8	4,0	20,9	11,1	↓ 1,9
Кавалеровский	16,1	18,8	7,4	16,7	↑ 2,3	87,5	74,3	78,1	87,7	↑ 1,1
Кировский	50,5	56,4	48,1	49,1	↑ 1,02	7,8	49,8	45,5	69,5	↑ 1,5
Красноармей- ский	0	0	0	16,7	↑ 16,7	9,1	20	20	34,5	↑ 1,7
Лазовский	42,8	60	25	0	↑ 25	20,5	40,9	13,5	38,5	↑ 2,9
Михайловский	59,3	45,8	72,5	87,5	↑ 1,2	51,3	64,7	68,9	67,7	↓ 1,02
Надеждинский	55,2	42,8	35,0	25,8	↓ 1,4	54,2	52,0	51,5	36	↓ 1,4
Октябрьский	64,7	78,6	61,8	36,4	↓ 1,7	59,3	82,4	76,3	62,9	↓ 1,2
Ольгинский	14,3	0	-	0	-	7,1	20	-	43,5	↑ 43,5
Партизанский	10,0	19,4	15,7	11,1	↓ 1,4	25,0	40,0	20	4,3	↓ 4,7
Пожарский	17,6	17,5	21,1	33,3	↑ 1,6	47,9	35,1	41,0	22	↓ 1,9
Пограничный	8,3	93,3	58,0	89,7	↑ 1,5	71,0	75,7	49,4	62,1	↑ 1,3
Тернейский	16,7	0	0	5,6	↑ 5,6	83,3	16,6	25	37,5	↑ 1,5
Хасанский	29,0	46,3	18,2	11,9	↓ 1,5	81,9	84,6	76,0	79,2	↑ 1,04
Ханкайский	60,0	0	0	0	-	50,8	33,7	50,0	0	↓ 50
Хорольский	30,9	10	27,3	50	↑ 1,8	9,3	0	32,0	8,3	↓ 3,9
Чугуевский	0,8	19,4	29,9	40,7	↑ 1,4	42,8	17,2	46,0	58,5	↑ 1,3
Черниговский	50,0	83,3	50	0	↓ 50	3,1	23,1	66,7	0	↓ 66,7
Шкотовский	60,2	48,7	44,0	44,5	↑ 1,01	98,3	73	80,3	83	↑ 1,03
Яковлевский	6,4	51,4	55,3	36,8	↓ 1,5	62,6	67,9	25,8	8,7	↓ 3,0
Приморский край	38,0	40,2	36,0	35,7	↓ 1,01	55,6	52,1	46,3	49,1	↑ 1,06

Наиболее неудовлетворительное положение с качеством питьевой воды нецентрализованных источников водоснабжения сохраняется по санитарно-химическим показателям в Михайловском, Чугуевском, Пограничном, Хорольском, Кировском и Шкотовском районах,

г. Артем, г. Лесозаводск; по микробиологическим показателям в г. Владивосток, Шкотовском, Михайловском, Октябрьском, Хасанском, Чугуевском, Кировском и Пограничном районах.

2.3. Социально-экономические показатели

За период с 2013 по 2016 г. в Приморском крае зарегистрирована положительная динамика по большинству анализируемых социально-экономических показателей (табл. 2.4).

Таблица 2.4

Отдельные социально-экономические показатели Приморского края и Российской Федерации (Российский статистический ежегодник, 2016)

Показатели	Приморский край			РФ
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2015 г.
Валовый региональный продукт (ВРП) на душу населения, тыс. руб.	284,79	296,27	332,4	551,92
Инвестиции в основной капитал на душу населения, тыс. руб.	63,2	69,46	62,59	99,52
Среднемесячная начисленная заработная плата, руб.	33721,8	36612,2	38644,5	34030
Среднедушевой денежный доход, руб.	24369	28277,2	33018	30474
Прожиточный минимум (ПМ), руб.	9335,0	10321,0	12535	9701
Стоимость минимальной продуктовой корзины	4129,67	4516,96	5103,71	н/д
Средний размер назначенных пенсий, руб.	10224	11125	12362	11986
Число лиц с доходами < ПМ, %	15,9	14,7	14,8	13,3
Число врачей на 10 тыс. чел.	52,0	52,3	50,0	45,9
Численность среднего мед. персонала на 10 тыс. чел.	87,4	87,9	88,5	105,8
Число коек на 10 тыс. чел.	105,6	102,6	102,0	83,4
Количество жилой площади на 1 чел.	21,4	22,1	22,1	24,4
% жил. фонда, не имеющего водопровода	24,3	24,9	24,9	19,0
% жил. фонда, не имеющего канализации	25,0	26,6	26,6	23,0
% жил. фонда, оборудованного центральным отоплением	71,5	69,5	69,5	85

Среднедушевые доходы увеличились в 1,4 раза; *прожиточный минимум* – в 1,3 раза; *средний размер пенсий, валовый региональный*

продукт на душу населения – в 1,2 раза; среднемесячная заработная плата – в 1,1 раза; увеличилась обеспеченность жилой площадью с 21,4 до 22,1 м²/чел. и средним медицинским персоналом с 87,4 до 88,5 на 10 тыс. чел.; доля населения с доходами ниже величины прожиточного минимума снизилась с 15,9 до 14,8 %.

Расходы на здравоохранение в 2015 г. в Приморском крае составили 2020,33 руб. на человека. За последние 3 года расходы на здравоохранение в целом по краю снизились на 51,9 %. Наибольшее количество средств потрачено в городах Владивосток (41116,5 руб./чел.), Уссурийск (2914,7 руб./чел.), Дальнегорск (2015,8 руб./чел.), Спасск-Дальний (1844,3 руб./чел.), наименьшее – в г. Артеме (79,4 руб./чел.), в Партизанском (152,9 руб./чел.) и Кавалеровском (194,7 руб./чел.) районах. В 2015 г. Приморский край превышает уровень РФ по обеспеченности врачами, ниже среднероссийского – по обеспеченности средними медицинскими кадрами. Но в разрезе муниципальных образований обеспеченность медицинским персоналом остается различной: от 89,5 врача на 10 тыс. населения в г. Владивосток до 10,2 врача в Шкотовском районе, что влияет на доступность и своевременность получения медицинской помощи населением, обуславливает позднюю диагностику и хронизацию заболеваний.

Средняя заработная плата по краю составила 33,81 тыс. руб., в сравнении 2013 г. рост составил 14,6 %. На территории трех муниципальных образований заработная плата превысила среднекраевой уровень – в г. Владивосток (45,14 тыс. руб.), Пожарском районе (42,7 тыс. руб.), г. Находка (41,3 тыс. руб.), в остальных муниципальных образованиях осталась ниже среднекраевого уровня. Наименьший уровень зарегистрирован в Кировском районе (25,3 тыс. руб.), г. Дальнегорск (27,6 тыс. руб.), Пограничном районе (26,7 тыс. руб.). Численность населения в Приморском крае, живущего за чертой бедности, снизилась с 15,9 % в 2013 г. до 14,8 % в 2015 г. и продолжает оставаться выше, чем в среднем по РФ (13,3 %).

Соотношение с величиной прожиточного минимума среднедушевых денежных доходов (2,6 раза), среднемесячной заработной платы (2,6 раза) и среднего размера назначенных пенсий (123,7 %) ниже, чем по РФ.

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих здоровье населения. В рамках реализации Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю в 2016 г. продолжался мониторинг состояния питания населения Приморского края, контроль соответствия качества и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов требованиям законодательства Российской Федерации, нормативных правовых актов Таможенного союза.

На территории Приморского края создана система постоянного наблюдения за состоянием питания населения, которая позволила выявить ряд отклонений от установленных принципов здорового питания. В силу сложившихся климатических условий местная база Приморского края не обеспечивает в полном объеме потребность населения в необходимых продуктах питания (табл. 2.5).

Таблица 2.5

Продовольственные ресурсы Приморского края
(текущие поступления, в тыс. тонн)
(Социально-экономическое положение Приморского края 2016)

Наименование продукта	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
1. Картофель:				
- за счет производства	401,2	365,4	421,5	333,2
- за счет импорта	27,3	22,2	45,8	34,6
- из других регионов России	7,9	9,1	3,0	4,5
2. Овощи и бахчевые культуры:				
- за счет производства	185,6	197,6	202,3	162,2
- за счет импорта	35,3	38,8	58,4	32,8
- из других регионов России	23,1	5,5	19,5	16,2
3. Мясо и мясопродукты:				
- за счет производства	39,8	36,3	36,2	33,7
- за счет импорта	142,8	144,8	111,4	137,7

Окончание таблицы 2.5

- из других регионов России	14,8	20,2	31,9	29,1
4. Молоко и молокопродукты				
- за счет производства	113,2	119,5	118,5	123,5
- за счет импорта	31,3	24,5	50,1	28,9
- из других регионов России	165,7	175,0	145,7	176,7
5. Яйцо (млн. шт.):				
- за счет производства	329,5	282,3	302,6	347,1
- из других регионов России	146,1	188,5	179,2	194,7
6. Фрукты и ягоды:				
- за счет производства	17,4	14,5	14,7	17,2
- за счет импорта	116,6	117,8	115,	120,6
- из других регионов России	11,8	17,4	20,0	11,5

По данным Территориального органа Государственной статистики по Приморскому краю по итогам 2015 г. в общих объемах пищевых ресурсов мясо и мясопродукты местного производства занимают 16,8 % (2014 г. – 17 %, 2013 г. – 18,0 %), молоко и молокопродукты – 37,5% (2014 г. – 36,8 %, 2013 г. – 37,5 %), овощи и бахчевые культуры – 76,8 % (2014 г. – 50,2 %, 2013 г. – 81,7 %), фрукты и ягоды – 11,5 %, (2014 г. – 8,9 %, 2013 г. – 9,7 %), картофель – 89,0 % (2014 г. – 50,5 %, 2013 г. – 92,0 %), яйцо – 64,0 % (2014 г. – 61,6 %, 2013 г. – 60,0 %).

Недостающие объемы продовольственного сырья и пищевых продуктов завозятся в Приморский край из-за его пределов. По итогам 2015 г. завоз мяса и мясопродуктов по импорту составил до 68,7 % (2014 г. – 80,7 %, 2013 г. – 71,9 %), из других регионов России – 14,5 % (2014 г. – 15,3 %, 2013 г. – 10,0 %). Завоз молока и молокопродуктов по импорту составил 8,8 % (2014 г. – 15,6 %, 2013 г. – 7,7 %), из других регионов России – 53,7 % (2014 г. – 45,3 %, 2013 г. – 54,8 %), овощей и бахчевых культур по импорту составил 15,5 % (2014 г. – 14,5 %, 2013 г. – 16,0 %), из других регионов России – 7,7 % (2014 г. – 4,8 %, 2013 г. – 2,3 %), яйца из других регионов России составил 36 % (2014 г. – 37,2 %, 2013 г. – 40,0 %), картофеля по импорту составил 9,3 % (2014 г. – 5,5 %, 2013 г. – 5,6 %), из других регионов России – 1,7 %

(2014 г. – 0,4 %, 2013 г. – 2,3 %), фруктов и ягод по импорту составил 80,8 %, из других регионов – 7,7 %.

По материалам выборочного обследования бюджетов домашнего хозяйства за период с 2012 по 2015 г. уровень потребительских расходов на покупку продуктов питания для домашнего питания увеличился с 29,2 до 33,7 % (табл. 2.6).

Таблица 2.6

**Структура потребительских расходов домашних хозяйств (по материалам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, в % к итогу)
(Социально-экономическое положение Приморского края, 2016)**

Расходы на покупку продуктов для домашнего питания	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Всего, в том числе на покупку:	29,2	27,5	28,5	33,7
хлеба и хлебобудоводов	4,8	4,6	4,4	5,0
картофеля	0,5	0,4	0,4	0,4
овощей и бахчевых	2,3	2,2	2,1	2,7
фруктов и ягод	2,1	2,0	2,2	2,8
мяса и мясодоводов	7,8	7,2	7,3	9,4
рыбы и рыбодоводов	2,0	1,9	2,4	2,8
молока и молочодоводов	4,9	4,7	5,1	5,5
сахара и кондитерских изделий	1,8	1,6	1,6	1,8
яиц	0,6	0,6	0,6	0,6
масла растительного и других жиров	0,5	0,5	0,4	0,4

В том числе увеличились расходы на покупку хлеба и хлебобудоводов с 4,8 до 5,0 %, овощей и бахчевых с 2,3 до 2,7 %, мяса и мясодоводов с 7,8 до 9,4 %, молока и молочодоводов с 4,9 до 5,5 %, рыбы и рыбодоводов с 2,0 до 2,8 %. Вместе с тем уменьшился уровень потребительских расходов на покупку картофеля с 0,5 до 0,4 %, масла растительного и других жиров с 0,5 до 0,4 %. На уровне 2012 г. Остались потребительские расходы на покупку сахара и кондитерских изделий (1,8 %), яиц (0,6 %).

Анализ структуры питания населения Приморского края представлен в таблице 2.7.

Таблица 2.7

**Потребление продуктов питания на душу населения в год (кг)
(Социально-экономическое положение Приморского края, 2016)**

Наименование продукта	Рациональные нормы потребления, кг	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Мясо и мясопродукты ¹	75	75	79	80	82
Молоко и молокопродукты	149	151	156	157	162
Яйцо, шт.	260	231	240	248	260
Хлебобулочные изделия	105	105	106	106	107
Картофель	100	132	132	142	132
Овощи	140	115	122	122	113
Фрукты и ягоды ²	100	71	76	78	77
Сахар	30	39	40	41	42
Масло растительное	12	13,2	13,1	12,9	12,8
Рыба и рыбопродукты	22	30,9	н/д	н/д	н/д

Примечание: ¹ в пересчете на мясо, включая субпродукты 2-й категории и жир-сырец; ² включая виноград.

Фактический средний объем потребления продуктов питания населением Приморского края ниже рекомендуемых норм по группам пищевых продуктов: овощи – на 12,9 %, фрукты и ягоды – на 23 %. Выше рекомендуемых норм по группам пищевых продуктов углеводной направленности: хлебобулочные изделия – на 1,9 %, сахар – на 40,0 % (табл. 2.7).

Фактическое питание населения Приморского края, оценка которого проведена Управлением Роспотребнадзора по Приморскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае», характеризуется дефицитом полноценных животных белков, витаминов А, В2, РР, пантотеновой и фолиевой кислот, холина, макроэлементов (кальций, магний, цинк, фосфор), микроэлементов (йод, фтор, селен), что определенным образом влияет на состояние здоровья населения Приморского края.

ГЛАВА 3. РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЭКОЛОГО-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

В большинстве развитых стран мира при изучении связи здоровья населения со средой обитания прежде всего ориентируются на специфические проблемы конкретного региона. Социально-экономическое и природно-климатическое различие территории Российской Федерации вызывает характерные особенности распространения основных форм заболеваемости (органы дыхания, мочевыделительные, йоддефицитные, сердечнососудистые и онкологические), которые для населения Приморского края являются эколого-зависимыми, а новообразования – социально-значимыми.

Региональную патологию, обусловленную вредными факторами среды обитания (природного или антропогенного происхождения), можно выявить лишь при динамическом наблюдении за показателями состояния здоровья населения региона во взаимосвязи с оценкой качества среды обитания, применяя систему комплексного медико-экологического мониторинга (Ревич, Шелепчиков, 2008; Рахманин, 2012; Перспективные направления..., 2013). Оценка экологической зависимости здоровья населения на популяционном уровне является наиболее показательной. Именно популяционные данные заболеваемости населения, объединенного единой территорией проживания и характерными особенностями окружающей среды, позволяют уловить общую тенденцию зависимости заболеваемости от факторов среды, исключив многообразие индивидуальных реакций организма.

К эколого-зависимым заболеваниям, как правило, относятся болезни выделительной системы (органы дыхания, мочевыделительная и др.), онкологические заболевания (новообразования) и эколого – обусловленные заболевания эндокринной системы (йоддефицит), иногда провоцирующие заболевания сердечно-сосудистой системы (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Динамика заболеваемости по эколого-зависимым классам болезней в Приморском крае (данные Территориального органа Государственной статистики по Приморскому краю) (% от общей заболеваемости)

Нозологические формы	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Болезни органов дыхания	24,91	24,07	23,24	21,39	22,82	23,88	23,41
Болезни мочеполовой системы	10,11	10,26	11,08	10,49	10,42	10,57	10,50
Болезни эндокринной системы	1,29	1,37	1,40	1,47	1,46	1,41	1,5
Болезни системы кровообращения	4,14	3,90	4,01	4,98	5,44	5,28	5,41
Новообразования	2,28	2,42	2,21	2,32	2,46	2,65	2,9

Нужно заметить, что йоддефицит в организме зависит, как правило, от недостаточности или избыточности содержания йода в окружающей среде, вызывая эндемичные эколого-обусловленные заболевания эндокринной системы. Специфический комплекс климатогеографических факторов Приморского края является одним из условий, предрасполагающих формированию патологических процессов в органах **выделительной системы**. Кожа, органы дыхания, пищеварения, мочевыделения традиционно относятся к различным функциональным системам. Однако, учитывая системообразующую роль результата каждой функциональной системы, изоморфизм, избирательную мобилизацию органов и тканей, независимо от их принадлежности к общепринятым анатомическим системам, можно говорить о единой

функциональной системе. Функциональная система выделения, объединяя несколько субсистем, имеет общий конечный результат – поддержание оптимального уровня метаболизма и водно-солевых констант. Сочетаемость эколого-зависимых заболеваний выделительных систем можно считать одной из основных особенностей современной патологии в техногенно измененной среде обитания (Влияние загрязнения..., 2017).

Для Приморья характерна корреляционная связь болезней органов дыхания с климатическими условиями и санитарным состоянием атмосферы, которая достаточно четко отмечается в городах с высоким уровнем загрязнения энергетическими предприятиями, их транспортной загруженностью, где отмечается повышенное содержание в воздухе окислов азота, углерода, сернистого ангидрида и других промышленных аэрозолей от 4 до 10 ПДК. Влияние климата на заболеваемость органов дыхания проявляется в сезонном характере обострений заболеваний, сопровождающихся изменением функционального состояния дыхательной системы (Эпидемиологические особенности..., 2009). Приморский край расположен вдоль морского побережья протяженностью более 2500 км, поэтому почти все региональные особенности среды обитания региона определены морем. Заболеваемость мочевыделительной системы тесно связана с санитарным состоянием водоемов, систем водоснабжения и канализации, особенно в экстремальные годы с проблемным водоснабжением.

Таким образом, в структуре эколого-зависимых заболеваний Приморского края в последние годы отмечается высокая заболеваемость детского населения, причем уровень заболеваемости болезнями органов дыхания (БОД) сильно превышает уровень заболеваемости органов мочевыделительной системы (МВС) и заболеваний кожи. То есть заболевания легких на территории Приморского края являются ведущей эколого-зависимой патологией, отличающейся интенсивными темпами прироста показателей заболеваемости, инвалидности и смертности (Веремчук, 2013; Urban air pollution..., 2016).

Уровень заболеваемости дыхательной системы в Приморском крае превышает среднереспубликанский на 20 – 25 %.

Нарушения в эндокринной системе, к которой относятся железы внутренней секреции (гипофиз, щитовидная и поджелудочная железы, надпочечники, яичники), продуцируют гормоны – чрезвычайно важные для организма вещества различной химической природы, регулирующие обменные процессы (Андрюков и др., 2005; Лужецкий и др., 2013). Гормоны щитовидной железы регулируют развитие и работу центральной нервной системы и психики, системы кроветворения, сердечно – сосудистой системы, дыхательной системы, желудочно-кишечного тракта, репродуктивной функции, костно-мышечной системы, кожи и волос, т.е. практически все жизненно важные системы человеческого организма. И если не хватает йода, то не хватает и гормонов, а значит, возникает болезнь.

Так как в биосфере содержится недостаточное количество йода (20 – 80 мкг), в Дальневосточном регионе уже давно назрела необходимость в обследовании больных с гормональными нарушениями, ведь Приморский край является йододефицитным, а йод – важнейший микроэлемент питания человека (Андрюков и др., 2005). По данным ВОЗ, на Дальнем Востоке России эндемический зоб встречается «на полоске гористой местности от устья Амура на севере до Владивостока на юге». Нехватка этого жизненно важного микроэлемента, из которого на 65 % состоят гормоны щитовидной железы, часто является скрытой причиной многих заболеваний, называемых *йододефицитными* (ЙДЗ).

Оценка динамики распространения ЙДЗ среди населения Приморского края разных возрастных групп свидетельствует о возрастании напряженности йодного дефицита в регионе, проявляющегося в опережающих темпах прироста заболеваемости тиреоидной и эндокринной патологии, а за последние 20 лет и значительного возрастания детской и подростковой заболеваемости (Андрюков и др., 2005). Рост болезней эндокринной системы связан с расстройством питания

и нарушениями обмена веществ. Заболеваемость щитовидной железы за последние годы выявила достоверный рост ($P \geq 0,95$) – на 7,1 %. В структуре заболеваемости щитовидной железы отмечено следующее распределение (рис. 3.1) (Андрюков и др., 2005; Гигиеническая характеристика..., 2010; Гигиеническая оценка..., 2013).

Рис. 3.1. Структура заболеваемости щитовидной железы у населения в Приморском крае (2015 г.)

Анализ компонентного состава антропо-техногенной нагрузки на территории Приморского края и идентифицированный дисбаланс микроэлементов в объектах среды обитания региона позволяют предположить возможное прямое или опосредованное влияние данных факторов на формирование особенностей йоддефицитных состояний и связанных с ними многочисленных соматических заболеваний, включая заболевания *сердечно-сосудистой системы*.

Именно сердечно-сосудистая система находится в тесной взаимосвязи с состоянием тиреоидного статуса, особенно при узловых заболеваниях щитовидной железы и структурных изменениях щитовидной

железы (Состояние сердечно-сосудистой системы..., 2006; Факторы риска..., 2009; Гипотиреоз и сердечно-сосудистые заболевания, 2014).

Онкологические как социально-значимые заболевания в распространении опухолевых заболеваний среди населения Приморского края имеют постоянный прирост уровня заболеваемости среди всех возрастных групп.

Известно, что экологической составляющей распространения онкологических заболеваний в регионах являются социальные факторы, включающие существенное сокращение финансирования медицинской отрасли, ухудшение качества диагностики и лечения онкологической заболеваемости, снижение доступности оказания медицинской помощи, приостановки на всех уровнях современных технологий скрининговых программ диагностирования заболевания (Ильницкий, 2005; Кавицкий, 2005; Компонентный анализ..., 2005; Состояние онкологической помощи..., 2005; Чиссов и др., 2008).

Источники экологической опасности в России провоцируют возникновение каждого третьего случая онкологического заболевания (за рубежом – каждого пятого). Важной проблемой остается позднее выявление злокачественных новообразований на амбулаторно-поликлиническом этапе (Braveman et al., 2011; Smulevich, 2008; Чудина, 2005; Чиссов, 2007).

За последние годы (2015 – 2017 гг.) в крае по данным нозологиям у людей в разных возрастных группах (взрослые 18+; 50, 60+ и дети до 17 лет) отмечается разный темп прироста или убыли числа общей заболеваемости на 100 тыс. населения (табл. 3.2).

Согласно табл. 3.2 в последние годы прирост заболеваемости по всем перечисленным системам отмечается у людей старшего поколения (более 55 лет у женщин и 60 лет у мужчин). У молодых людей 18+ увеличилась заболеваемость по болезням эндокринной, сердечно-сосудистым системам и онкологии. У детей незначительный прирост (0,1 %) отмечен по заболеваниям легких и уверенный прирост по новообразованиям (2,5 %) (табл. 3.2).

Таблица 3.2

**Общая заболеваемость болезнями, наиболее распространенными
в Приморском крае (на 100 тыс. населения)**

Нозологические формы	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Темп прироста, убыли (%) в 2017 г. к 2016 г.
Взрослые (18 лет и старше)				
Всего	123154,3	125134,2	123897,1	-1,0
Болезни органов дыхания	13785,8	14650,5	14225,9	-2,9
Болезни мочеполовой системы	12836,6	13223,7	13014,7	-1,6
Болезни эндокринной системы	10988,8	10489,0	10939,2	+4,3
Болезни системы кровообращения	21988,1	21702,0	22002,4	+1,4
Новообразования	3831,4	4196,2	4528,6	+7,9
Взрослые (с 55 лет у женщин и 60 лет у мужчин)				
Всего	184562,8	180267,3	182161,4	+1,0
Болезни органов дыхания	16031,0	16498,8	16715,6	+1,3
Болезни мочеполовой системы	14081,7	14311,4	14375,6	+0,5
Болезни эндокринной системы	10988,8	10489,0	10939,2	+4,3
Болезни системы кровообращения	55025,6	52370,7	52908,5	+1,0
Новообразования	7242,7	8032,1	8355,3	+4,0
Дети (0 – 17 лет)				
Всего	240547,5	236638,4	231649,3	-2,1
Болезни органов дыхания	132650,3	131857,6	132022,9	+0,1
Болезни мочеполовой системы	8843,7	8228,9	7533,6	-8,5
Болезни эндокринной системы	2603,1	2472,0	2016,5	-18,4
Болезни системы кровообращения	1077,9	1325,8	1217,0	-8,2
Новообразования	1259,2	1036,8	1063,2	+2,5

Анализ уровня общей заболеваемости по населенным пунктам Приморского края показал четкий тренд. Заболеваемость городского населения юга Приморья превышает уровень заболеваемости сельских жителей: у взрослых – на 35,4 %; у детей на – 40 %. Наибольшая частота заболеваний отмечается в промышленных центрах с высокой транспортной нагрузкой при слабой сети автодорог, оставшихся после кризиса 90-х годов, с небольшими предприятиями угольной, горно-химической промышленности, судоремонта, стройиндустрии. Районами с низкой экологической зависимостью заболеваний считаются северные, наименее освоенные, и заповедные территории края, где техногенная нагрузка на среду обитания человека незначительна (Юдин и др., 2002; Чудина, 2005; Чиссов, 2007).

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Организм человека представляет единство функциональных систем. Любая функциональная система, врожденная или динамически складывающаяся в данной ситуации, непременно обладает чертами саморегуляции с характерными только для нее узловыми механизмами. Легкие и почки – генетически детерминированные органы, между ними существует функциональная связь – регуляция кислотно-основного состояния. В процессе метаболизма в тканях образуются так называемые связанные кислоты, которые непрерывно выводятся почками. Общность структурно-функциональных отношений легких и почек сказывается в параллелях их патологических изменений. Поэтому изменения альвеолярной вентиляции органов дыхания, во многом определяющей качество окружающей среды, сказывается на кислотно-равновесии людей с заболеваниями бронхо-легочной и мочевыделительной системы (Патология почек..., 2000; Распространенность и факторы риска..., 2017).

4.1. Особенности экологической зависимости заболеваний органов дыхания

Оценка влияния природно-техногенного качества воздушной среды, вызывающего заболевания органов дыхания населения, является актуальной проблемой здравоохранения. Исследования такого рода являются ключевым моментом в количественной интерпретации

причинно-следственных связей в системе «среда обитания – здоровье населения». Анализ территориального распространения заболеваний органов дыхания, учитывая динамику роста заболеваемости относительно численности населения, можно проводить путем установления эпидемиологического и потенциального рисков. Эпидемиологический (реальный) риск базируется на углубленном изучении показателей заболеваемости, которые позволяют улавливать тенденцию сложного причинно-следственного механизма распространения эколого-зависимых заболеваний (Оценка эпидемиологического риска..., 1999; Эпидемиологические особенности..., 2009; Эколого-эпидемиологическая оценка..., 2011). Знание величины эпидемиологического риска заболеваемости позволяет оценить степень зависимости здоровья населения от комплекса факторов окружающей среды (природно-климатических, социально-демографических, экологических, экономических и др.). Потенциальный риск, как правило, основан на отечественных принципах гигиенической регламентации (ПДК, ПДУ).

Нами был проведен расчет нормированного показателя эпидемиологического риска заболеваний органов дыхания в городах и районах Приморского края для детей, подростков, взрослых. Нормированный показатель эпидемиологического риска позволил отразить степень сложившейся совокупной неблагоприятной обстановки окружающей среды в развитии заболеваний органов дыхания в различных районах края (Проблемы распространения..., 2001; Веремчук, 2004, 2013).

4.1.1. Определение экологического риска в распространении уровня заболеваемости органов дыхания в Приморском крае

Оценка экологического риска, связанного с действием окружающей среды, предусматривает процедуру сопоставления климато-техногенных показателей с уровнем заболеваемости органов дыхания у населения Приморского края.

В качестве общего знаменателя принимается величина региональных фоновых значений загрязнения или метеопараметров, которые исходят из минимальных значений при реально существующем уровне заболеваемости в определенный временной период.

Метод расчета фонового уровня базируется на применении адаптированных методов вариационной статистики, а также на основе метода расчета эпидемиологического риска здоровью населения на популяционном уровне (Оценка эпидемиологического риска..., 1999).

Алгоритм расчета реализуется из 7 последовательно выполняемых шагов.

Первый шаг – формируется база данных динамического ряда (10 лет) загрязнения воздуха – отдельно по основным источникам загрязнения или метеопараметрам (P_{ij}); общая заболеваемость органов дыхания у детей, подростков и взрослых (N_i) по 11 городам.

Второй шаг – формируется средовая база по годам из минимальных показателей ($P_{i \min}$). Полученный вариационный ряд проверяется на нормальность распределения с использованием критерия Шовене:

$$U = \frac{X_{\min} - P_{i \min}}{\delta x_{\min}}, \quad (4.1)$$

где: U – критерий Шовене;

$X_{\min}$ – среднеарифметическая среди минимальных значений загрязнения воздуха;

$P_{i \min}$ – фактическое значение минимального показателя загрязнения воздуха;

$\delta x_{\min}$ – среднеквадратическое отклонение минимальных значений загрязнения воздуха.

Третий шаг – определение среднегодового минимума показателей среды, как среднеарифметической взвешенной из минимальных годовых показателей заболеваемости органов дыхания ($X'_{\min}$).

$$X'min = \frac{\sum(Pi min \times Ni)}{\sum Ni}, \quad (4.2)$$

где: $X'min$ – среднееголетний уровень показателя среды;

$Pi min$ – показатель минимального показателя среды;

Ni – показатель заболеваемости органов дыхания, соответствующий минимальному показателю среды по годам.

Показатель ($X'min$) показывает минимальную величину среды из расчета на 100 000 населения (Xs).

$$Xs = \frac{X'min}{100000}. \quad (4.3).$$

Четвертый шаг – определение верхнего предела среднего значения ($Pi max$) (верхняя доверительная граница) годового показателя, выше которого различия (Pij) и среднееголетнего минимума ($X'min$) становятся статистически достоверными ($P < 0,05$). Характеристика показателей среды определяется на основе нормального распределения, так как именно при таком распределении выражается закономерность, возникающая при взаимодействии множества случайных причин, и когда ни одна из них не имеет преобладающего влияния.

Для определения верхних доверительных границ среднееголетнего минимума показателя среды, вызывающего тот или иной уровень заболевания органов дыхания, используют среднеарифметическую величину заболеваемости за весь анализируемый период ($N'i$). Вначале определяют среднеквадратическую ошибку среднееголетнего минимума:

$$mx si = \sqrt{\frac{Xs}{N'i}}, \quad (4.4)$$

где: $mx si$ – среднеквадратическая ошибка;

Xs – интенсивный показатель среднееголетнего минимума показателя среды на 100 000 населения;

$N'I$ – среднееголетний показатель заболеваемости по годам.

Используя доверительный коэффициент t (критерий Стьюдента), определяется предельная ошибка среднегогодового минимума загрязнения на 100 000 чел.

Суммированием среднегогодового минимума показателя среды (X_s) и его предельной ошибки ($t \times m_{x\ si}$) получают верхний порог достоверных различий со среднегогодовым минимумом ($Xi\ max$) для каждого города отдельно.

$$Xi\ max = X_s + t\ m_{x\ si}. \quad (4.5)$$

Для примера представлены результаты расчетов экологического риска по показателям загрязнения воздуха в табл. 4.1.

Таблица 4.1

**Верхний порог среднегогодового минимума загрязнения ($Xi\ ma$)
воздуха в промышленных городах Приморья**

Город	Дети		Подростки		Взрослые	
	Источники загрязнения					
	Про-мыш-ленные	Транс-порт-ные	Про-мыш-ленные	Транс-порт-ные	Про-мыш-ленные	Транс-порт-ные
	Показатель среднегогодового минимума (X_s)					
	8,46	2,61	7,28	2,94	7,28	2,01
Артем	13,75	5,56	14,82	7,74	20,53	7,63
Арсеньев	15,44	6,49	16,49	8,80	24,48	9,52
Дальнереченск	15,30	6,42	16,67	8,91	17,30	6,09
Лесозаводск	16,76	7,23	17,30	9,31	28,99	11,69
Находка	13,79	5,58	15,90	8,42	23,11	8,87
Спасск-Дальний	15,09	6,30	19,32	10,60	28,50	11,45
Партизанск	14,87	6,18	17,25	9,28	22,12	8,40
Уссурийск	15,80	6,70	14,82	7,73	25,26	9,90
Дальнегорск	14,21	5,81	15,39	8,10	23,44	9,03
Большой Камень	14,71	6,09	16,01	8,49	24,76	9,66

Пятый шаг – проводится отбор показателей P_{ij} , согласно условию $P_{ij} < P_i \max$, по каждому из населенных пунктов. Отобранный вариационный ряд, используя критерий Шовене, вновь проверяется на нормальность распределения, исключая аномальные показатели.

Шестой шаг – определение фонового уровня средового показателя на 100 000 населения, влияющего на заболеваемость органов дыхания ($X\phi$), как генеральной среднеарифметической из оставшихся годовых показателей после исключения аномальных величин:

$$X\phi = \frac{\sum P_i}{n}, \quad (4.6)$$

где: $X\phi$ – фоновый уровень показателя среды;

P_i – показатель среды, отвечающий условию $P_{ij} < P_i \max$;

n – число показателей, отвечающих условию $P_{ij} < P_i \max$.

Верхний доверительный интервал величины регионального фонового показателя среды рассчитывают, используя показатель среднеквадратического отклонения регионального фонового уровня средового значения и верхнюю доверительную границу этого значения:

$$\delta X\phi = \sqrt{\frac{(P'_i - X\phi)^2}{n-1}}; \Delta_{0,95} = X\phi + t \delta X\phi, \quad (4.7)$$

где: $\delta X\phi$ – среднеквадратического отклонения регионального фонового уровня значения;

P'_i – показатель среды менее $P_i \max$;

$X\phi$ – показатель регионального фонового значения;

t – коэффициент Стьюдента;

$\Delta_{0,95}$ – верхняя доверительная граница регионального фонового значения.

Разница между $X\phi$ и $\Delta_{0,95}$ указывает на степень вариации показателей базы данных и как следствие на ее достоверность.

Полученный показатель регионального фонового уровня значения соответствует наименьшей величине загрязнения воздуха или метеопараметра и наименьшему многолетнему уровню заболеваемости органов дыхания населения, проживающего в крупных промышленных городах региона. В свою очередь, один этот показатель не может дать сравнительную пространственную оценку экологической обстановки в крае. Поэтому необходим другой критериальный показатель, позволяющий оценить оценку риска распространения заболевания органов дыхания.

Седьмой шаг – проводится оценка экологического риска, которая строится на сопоставлении с региональным фоновым уровнем средовых значений. В связи с тем, что годовой показатель среды является все-таки случайной величиной, то в соответствии с теоретическими основами вариационной статистики результаты и экспертные оценки могут быть не совсем корректными.

Наиболее объективная количественная характеристика изучаемого явления – среднемноголетние показатели (Z_i) (в нашем случае среднеарифметический). Рассчитывался непосредственный экологический риск (HP_i) и относительный риск (OP_i):

$$HP_i = Z_i - X_{\phi}, \quad (4.8)$$

$$OP_i = \frac{Z_i}{X_{\phi}}, \quad (4.9)$$

где: HP_i – непосредственный риск;

OP_i – относительный риск;

Z_i – среднемноголетний показатель загрязнения;

X_{ϕ} – региональный фоновый уровень загрязнения.

Если соотнести непосредственный риск (HP_i) со среднеквадратическим отклонением фонового уровня, то получаем нормированный показатель экологического риска (Wi) для распространения заболевания органов дыхания:

$$Wi = \frac{Zi - X_{\phi}}{\sqrt{X_{\phi}}}, \quad (4.10)$$

где: Wi – нормированный показатель экологического риска;

Zi – среднегодовое значение показателя среды;

X_{ϕ} – региональный фоновый уровень среды.

Полученный нормированный показатель позволяет получить высокоинформативную сравнительную интегральную оценку риска неблагоприятных эффектов для заболеваний органов дыхания, связанных с воздействием климатических условий и загрязненного воздуха в промышленных городах Приморья.

4.1.2. Причинно-следственные связи распространения заболеваний органов дыхания

Познание взаимоотношений человека с многочисленными факторами окружающей среды является основной проблемой современной медицинской экологии. Как правило, наиболее явная физиологическая связь человека с внешней средой происходит через органы дыхания. Поэтому актуальными становятся вопросы определения характера и уровня экологической зависимости болезней органов дыхания от качества среды обитания человека. В Приморском крае территориальное изменение величины эпидемиологического риска распространения болезней органов дыхания отражает скрытые проблемы совокупного воздействия факторов среды. Поэтому в основу дальнейших исследований легло уточнение структуры причинно-следственных зависимостей распространения БОД от факторов окружающей среды (с отдельным, групповым и совокупным воздействием) с детализацией оценки их негативного воздействия.

Установление закономерности развития эколого-зависимого заболевания бронхо-легочной патологии рассматривалось с двух позиций. *Первая позиция* подразумевала использование информации об устоявшейся и сформированной экосистеме (региональный уровень)

со среднемноголетними популяционными показателями заболеваемости населения. *Вторая позиция* ориентирована на использование детализации информации как качества среды обитания на локальном уровне (городские территории), так и заболеваний органов дыхания верхних дыхательных путей.

Методически обе позиции осуществлялись при использовании максимально больших массивов информации по факторам среды (количественные и качественные характеристики рельефа, гидросети, климата, растительности, почв; экологическое, социально-экономическое и гигиеническое состояние среды), имеющих различную структуру, характер, функциональные взаимоотношения с человеком (в районах и городах). Такая информация позволяла характеризовать общее состояние окружающей среды, выраженной в устоявшихся среднестатистических и среднемноголетних данных (Доклад о состоянии окружающей природной среды..., 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001, 2009, 2010; Государственный доклад «Состояние здоровья...», 2006; Архив погоды. – <http://www.pogodaiklimat.ru/>). Необходимость широкого обзора факторов воздействия продиктована стремлением не пропустить наиболее значимые для человека воздействующие показатели.

На первом этапе исследования была проведена оценка воздействия отдельных, групповых и совокупных факторов окружающей среды. Установление системных зависимостей в развитии заболеваний органов дыхания проводилось в последовательном переходе исследования от общего к частному. Обоснованность данного подхода связана с тем, что человек, являясь компонентом экосистемы, подчиняется общим законам развития экосистемы и имеет иерархическую структуру соподчинения со структурированным уровнем воздействия. Нахождение доминанты и последовательности воздействия являлось основной задачей исследования на первом этапе. На втором этапе были проведены оценочные исследования с установлением специфики воздействия, классификационных и пороговых критериев, а также определением нагрузок со стороны среды обитания в распространении БОД.

На первом этапе (первая позиция) исследования проводилась процедура определения наиболее устойчивого (глобального и регионального) воздействия на органы дыхания как городского, так и сельского населения Приморского края. База данных состояла из набора природно-климатических (среднегодовых данных по климату, орографических характеристик, гидросети и растительности), экологических (общих экологических проблем, экологических проблем леса), социально-экономических показателей, негативно влияющих на заболеваемость органов дыхания по 32 территориальным объектам Приморского края. Данные по среде обитания сопоставлялись с показателями заболеваемости органов дыхания для разных возрастных групп (дети до 1 года, старше 1 года, подростки и взрослые и все население). Задача исследования на первом этапе заключалась в определении общего устойчивого фона негативного воздействия среды обитания на развитие БОД. Именно общий фон создает своеобразный «каркас», на который накладывается сложная структура взаимоотношений человека и среды, как по вертикали, так и по горизонтали. Учесть все изменения состояния окружающей среды и оценить степень воздействия их на организм человека – задача достаточно сложная. Поэтому установление латентных причинно-следственных тенденций в стохастических процессах зависимости человека и среды возможно как в экспериментальных исследованиях, так и при использовании математико-статистических методов. В работе применялись в основном статистические методы обработки данных.

Решение поставленных задач проводилось путем различных статистических методов. Само понятие «воздействие» подразумевает элемент связи, поэтому использовался метод корреляции, который отражал степень выраженности связи (прямой «+» или обратной «-») между вариационными рядами. В данном случае вариационными рядами являются показатели факторов среды и уровня заболеваемости органов дыхания человека. В исследованиях подобного рода часто делают акцент на характеристике тесноты связи между переменными,

в нашем исследовании определялась зависимость введенного фактора среды от показателей заболеваемости органов дыхания. Внутрисистемные зависимости в группах факторов отбрасывались.

В результате, из 54 факторов среды исходной матрицы были отобраны 15 (расчлененность рельефа, уровень заболоченности местности, технические характеристики растительности, нарушенность лесов, экологические проблемы леса, поллинозность растительности, общая экологическая нагрузка на среду, интенсивность экологического воздействия на среду, токсичность техногенного воздействия, плотность населения, количество дней с 5, 6, 10 классами погоды, биологически активной радиацией и туманами), где корреляционная связь с заболеваемостью превысила $r > \pm 0,3$.

Взаимоотношения перечисленных факторов и показателей заболеваемости органов дыхания по группам населения (дети, подростки, взрослые и население в целом) были обработаны методом информационно-энтропийного анализа. Этот метод позволил определить меру информационной неопределенности в данной зависимости. Расчеты проводились по двум направлениям: выделялись наиболее значимые факторы для всего региона Приморского края (региональный уровень) и каждой территории края отдельно (локальный уровень).

Одной из задач первого этапа исследования явилось определение регионального уровня совокупного воздействия окружающей среды на развитие эколого-зависимых заболеваний БОД в Приморском крае. Именно региональные особенности природно-климатических, социально-экономических, экологических и других условий создают определенную интенсивность воздействия на человека.

Исследования Ю.П. Лисицына (1998) показали, что в среднем по России степень влияния окружающей среды на распространение эколого-зависимых заболеваний находится в пределах 22 – 25 %. Поэтому определение регионального показателя совокупного воздействия факторов окружающей среды на заболеваемость позволяет установить

территориальные закономерности негативного воздействия окружающей среды на развитие эколого-зависимых заболеваний.

Для определения регионального совокупного воздействия факторов окружающей среды на органы дыхания человека в Приморском крае были использованы веса неучтенных факторов, как всей совокупности, так и отдельных блоков.

В зависимости от величины веса уточнялась степень адресной детализации исследований. Для этого сгруппированные факторы сопоставлялись с показателями заболеваемости в различных группах населения (дети, подростки, взрослые). В качестве математического инструмента использовался информационно-энтропийный анализ (Теория информации..., 1974; Веремчук, 2003).

Статистический анализ включал понятия безусловной энтропии – результирующего показателя заболеваемости $H(y)$ и условной энтропии $H(y/x)$, характеризующей зависимость заболеваемости (y) от группы факторов окружающей среды (x). Разница между безусловной и условной дала величину неучтенной информации. Для анализа использовалась избыточность информации – R , выраженной в процентах ($R\%$). Опираясь только условной энтропией ($R_{\text{усл.}}\%$), можно определить региональное процентное соотношение воздействия групп факторов.

В результате величина неучтенной информации указывает на степень неопределенности в системе взаимоотношений человека и среды и, следовательно, очерчивает уровень причинно-следственной зависимости на региональном уровне каждого блока факторов.

Проведенный расчет коэффициентов, их анализ с последующей модификацией по формулам установил вес (%) устойчивого воздействия окружающей среды на БОД и определил процентное соотношение между группами факторов. В Приморском крае заболевание органов дыхания находится под влиянием негативного воздействия окружающей среды от 28,2 до 58,1 % (табл. 4.2).

На основании проведенных расчетов методом информационной энтропии были получены региональные показатели степени воздействия факторов среды на органы дыхания человека.

Таблица 4.2

**Уровень зависимости БОД от факторов окружающей среды
Приморского края (%)**

Группы населения	Группы факторов				
	1	2	3	4	5
Дети <1года	34,5	52,2	43,6	48,1	33,5
Дети > 1года	36,7	38,5	32,9	58,1	44,0
Подростки	38,5	28,2	31,0	35,9	45,1
Взрослые	30,1	30,3	40,7	34,5	41,9
Заболеваемость общая	35,6	31,8	28,6	51,9	42,1

Примечание: 1 – состояние растительности; 2 – климатические показатели; 3 – состояние гидросферы; 4 – общая экологическая обстановка; 5 – социально-экономические условия.

Анализ данных показал, что в Приморском крае наиболее сильное воздействие на органы дыхания оказывают факторы, связанные с плотностью населения и климатическими особенностями муссонного климата (табл. 4.2, 4.3).

Совершенно очевидным является то, что под плотностью населения подразумевается наличие обостренных экологических, социальных и демографических процессов, которые вызывают повышенный риск развития заболевания. Высокий уровень негативного воздействия климата подтверждает мнение многих исследователей о ведущем значении климатических факторов в формировании заболеваний органов дыхания (Влияние загрязнения..., 2014; Григорьева, Кирьянцева, 2014; Urban air pollution..., 2016).

Таблица 4.3

**Уровень устойчивого воздействия факторов окружающей среды
на заболеваемость органов дыхания
для территории Приморского края (R %)**

Группы населения	Факторы среды														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Дети	3,4	3,2	6,7	4,8	4,3	3,5	3,0	3,1	3,7	16,5	4,8	11,1	9,9	13,8	8,2
Под- ростки	4,4	3,5	5,8	4,0	4,5	2,9	3,2	3,2	4,0	17,8	5,4	11,2	9,6	10,4	10,0
Взрос- лые	3,6	3,2	5,8	4,1	3,9	3,3	3,1	3,0	3,5	16,0	5,2	12,5	11,4	11,0	10,4
Общее население	3,2	2,7	6,1	4,0	3,8	2,7	2,4	2,4	3,2	18,2	4,8	12,5	10,9	12,9	10,1

Примечание. Выделенные ячейки – наиболее устойчивое воздействие.

Факторы среды: 1 – расчлененность рельефа; 2 – уровень заболоченности территории; 3 – технические характеристики растительности; 4 – нарушенность лесов; 5 – экологические проблемы леса; 6 – полнотность растительности; 7 – общая экологическая нагрузка на среду; 8 – интенсивность экологического воздействия на среду; 9 – токсичность техногенного воздействия; 10 – плотность населения; 11 – 5-й класс погоды; 12 – 6-й класс погоды; 13 – биологически активная солнечная радиация; 14 – туманы; 15 – 10-й класс погоды.

Таким образом, формирование БОД в Приморском крае происходит в целом под влиянием климатических особенностей региона (глобальные и региональные процессы), плотности населения (региональные) и экологического состояния окружающей среды. Результаты показали, что в городских поселениях структура внешнего воздействия на БОД намного сложнее, чем в сельской местности.

4.1.3. Оценка негативного воздействия климатических факторов на распространение уровня заболеваемости дыхательной системы в Приморском крае

В результате первого этапа исследования была выявлена высокая причинно-следственная значимость влияния климата на эколого-зависимую заболеваемость органов дыхания, а климат Приморского края сам по себе четко дифференцирован на три биозоны (континентальная, переходная и прибрежная), определение оценочных критериев и показателей проводилось согласно биозонам.

Основными задачами второго оценочного этапа исследования являлись: 1) определение климатического риска распространения БОД; 2) выделение территорий с преобладающим действием климата на БОД; 3) определение уровня и степени значимости воздействия климатических условий по возрастным группам; 4) установление классификационных климатических критериев, вызывающих варьирование БОД в биоклиматических зонах.

В качестве климатических факторов были взяты семь метеорологических показателей (температура воздуха, влажность, скорость ветра, осадки, количество дней с туманами, ясной и пасмурной погодой) за период наблюдения 2010 – 2017 гг. и показатели общей заболеваемости органов дыхания по трем возрастным группам (дети, подростки и взрослые) (Государственный доклад о состоянии здоровья..., 2000; Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке..., 2009; Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия..., 2017; Доклад о состоянии здоровья..., 2015; Архив погоды. – <http://www.pogodaiklimat.ru/>).

Большая несогласованность единиц измерения (количество случаев заболевания, градусы, м/с, % и т. д.) привела к использованию условных единиц. Существует множество разнообразных стандартных и специальных способов приведения количественных значений к единой системе.

Был применен способ расчета риска (эпидемиологического и климатического) (Оценка эпидемиологического риска..., 1999). Преимущество этого способа заключается в первоначальном учете зависимости заболеваемости от факторов среды, позволяющем по предельной ошибке фонового уровня определить нормированный показатель риска или негативной нагрузки (W) (Оценка эпидемиологического риска..., 1999).

Согласно предыдущим исследованиям в расчете эпидемиологического риска участвовали две величины: заболеваемость и численность населения. Климатический риск определялся по той же схеме расчета, что и эпидемиологический, с той лишь разницей, что в первом случае заболеваемость взвешивалась численностью населения, а в климатическом риске – климатическими значениями (Оценка эпидемиологического риска..., 1999). Особенностью эпидемиологического риска является наличие большого количества латентных причин в формировании риска заболевания. Климатический риск, наоборот, уточнил и конкретизировал природу возникновения риска заболевания. При расчете обобщенного климатического риска, включающего комплекс нескольких показателей, применялся интегральный показатель, полученный информационно-энтропийным методом, позволившим на основе уровня неопределенности (энтропии) уловить несогласованность в сложных экологических системах, на которые может отреагировать организм человека (Теория информации..., 1974; Веремчук, 2003).

В результате проведенный расчет обоих рисков на территории Приморского края позволил привести показатели заболеваемости и климатические факторы в единую систему измерения (показатель риска W); выявить серьезные проблемы распространения высокого риска заболеваемости органов дыхания в крае и провести сопоставление латентных и явных факторов воздействия (табл. 4.4). Согласно таблице 4.4 эпидемиологический риск в Приморском крае, включающий весь комплекс факторов воздействия (физиологические,

Таблица 4.4

**Нормированный показатель эпидемиологического ($W_{\text{эпид}}$)
и климатического ($W_{\text{кл}}$) рисков в Приморском крае**

Био- зона	Населенные пункты, районы	Дети		Подростки		Взрослые	
		$W_{\text{кл}}$	$W_{\text{эпид}}$	$W_{\text{кл}}$	$W_{\text{эпид}}$	$W_{\text{кл}}$	$W_{\text{эпид}}$
Континентальная	Анучинск	2,68	-0,90	2,31	-0,06	2,41	1,56
	Арсеньев	2,68	1,25	2,31	-0,75	2,41	0,35
	Дальнереченск	3,53	0,42	3,07	0,91	3,20	0,41
	Кировский р-н	9,87	-0,64	8,78	0,28	9,09	0,04
	Красноармей-	10,45	0,14	9,31	1,18	9,62	0,39
	Лезозаводск	16,01	0,00	14,32	0,61	14,79	-0,46
	Михайловский р-	6,19	-0,06	5,47	-0,21	5,67	0,86
	Октябрьский р-н	6,19	0,58	5,47	0,78	5,67	-0,45
	Пограничный р-	6,19	-0,66	5,47	-0,53	5,67	-0,86
	Пожарский р-н	9,14	1,18	8,12	1,09	8,41	0,34
	Спасск-Дальний	6,19	0,90	5,47	-0,30	5,67	0,00
Континентальная	Спасский р-н	6,19	-0,38	5,47	1,21	5,67	-0,04
	Ханкайский р-н	6,19	-0,08	5,47	0,75	5,67	0,06
	Хорольский р-н	6,19	0,48	5,47	0,56	5,67	-0,19
	Черниговский р-	6,19	-0,05	5,47	0,22	5,67	-0,07
	Чугуевский р-н	2,51	-0,52	2,15	-0,02	2,25	-0,46
	Яковлевский р-н	2,51	-0,73	2,15	-0,41	2,25	-0,44
Переходная	Артем	1,83	2,46	1,54	4,35	1,62	2,43
	Дальнегорск	1,39	1,51	1,14	1,47	1,22	0,91
	Кавалерово	1,39	0,63	1,14	1,44	1,22	0,88
	Лазовский р-н	2,86	0,15	2,46	0,43	2,57	0,10
	Надеждинский	1,83	0,45	1,54	-0,17	1,62	0,45
	Партизанск	0,35	0,50	0,21	0,72	0,25	1,18
	Партизанский р-	0,35	0,03	0,21	0,33	0,25	0,02
	Уссурийск	0,71	0,13	0,53	2,57	0,58	0,21
	Уссурийский р-н	0,71	-0,30	0,53	0,25	0,58	0,09
Прибрежная	Большой Камень	-0,29	0,91	-0,37	0,49	-0,35	2,17
	Владивосток	5,74	1,54	5,06	0,96	5,25	0,67
	Находка	-0,19	2,23	-0,28	2,17	-0,26	0,95
	Ольгинский р-н	7,86	0,44	6,97	0,55	7,22	1,02
	Тернейский р-н	2,02	0,33	1,71	-0,48	1,80	0,23
	Фокино	0,50	1,14	0,34	4,20	0,39	0,58
	Хасанский р-н	2,54	0,24	2,18	0,86	2,28	0,44

Примечание. Низкий риск – $W < 0$; умеренный риск – $W = 0 - 1$; повышенный риск – $W = 1 - 2$; высокий риск – $W = 2 - 3$ и более.

Выделенные показатели указывают на превышение эпидемиологического риска над климатическим.

социологические, экологические, климатические и др.), во многих районах является низким и умеренным. Лишь отдельные промышленные города для определенных возрастных категорий населения вошли в категорию повышенного и высокого эпидемиологического риска. Именно эти города края имеют сложные социально-экономические и экологические проблемы. Небольшие поселения малозаселенного центрального Приморья с экологически чистой окружающей средой имеют, наоборот, высокий и очень высокий климатический риск (табл. 4.4). Это говорит о том, что стрессирующее действие климата представлено здесь в чистом виде. Поэтому, если сравнить эпидемиологический и климатический риски в каждом населенном пункте, можно выявить приоритеты воздействия.

Анализ сопоставления обоих рисков в различных районах края показал приоритеты зависимости заболеваемости органов дыхания от факторов окружающей среды. Районы с превышением климатических рисков мы отнесли к территориям, где уровень заболеваемости органов дыхания во многом обусловлен влиянием климата. Особенно данная тенденция характерна для континентальной зоны. В промышленных городах переходной и прибрежной зон влияние климатических факторов на фоне социально-экономических и экологических проблем слабеет. В результате детальный анализ табл. 4.4 в разных возрастных группах позволил создать «чистую» рабочую базу данных с преобладанием климатического воздействия.

Определение уровня зависимости заболеваемости от климатических условий является следующей (третьей) задачей исследования. Необходимость данной процедуры диктуется установлением статистической значимости этой зависимости. При соблюдении условия наличия функции, описывающей зависимость значения результирующего признака Y (заболеваемость) от заданных значений аргумента x (климатические факторы) $Y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, проведен регрессионный анализ (*STATISTICA 8 – Модуль – «Multiple Regression»*).

Регрессионный анализ показал хорошую связь БОД с климатическими факторами во всех возрастных группах: подростки – коэффициент множественной регрессии $R = 0,84$ и коэффициент детерминации $RI = 0,71$; дети – $R = 0,79$, $RI = 0,62$; взрослые – $R = 0,77$, $RI = 0,6$ (табл. 4.5).

Таблица 4.5

Показатели регрессионного анализа при определении связи заболеваний органов дыхания от климатических факторов

Климатические факторы	Дети			Подростки			Взрослые		
	$R=0,79$; $RI=0,62$			$R=0,84$; $RI=0,71$			$R=0,78$; $RI=0,6$		
	$F(7,19)=4,3968$; $p<0,00471$			$F(7,16)=5,5928$; $p<0,00212$			$F(7,20)=4,2830$; $p<0,00485$		
	B	$t(19)$	p	B	$t(16)$	p	B	$t(20)$	p
Свободный коэффициент регрессии (B_0)	-16,90	-2,39	0,027	-33,77	-3,03	0,008	-10,11	-1,81	0,085
Кол-во ясных дней	9,74	1,84	0,080	24,51	2,98	0,008	5,0	1,39	0,181
Кол-во дней с туманами	-1,20	-1,16	0,262	1,8	1,28	0,217	-1,66	-1,88	0,074
Температура воздуха	1,96	1,30	0,208	1,28	1,40	0,179	1,78	1,23	0,232
Скорость ветра	1,29	1,82	0,084	-0,36	-0,38	0,708	1,57	2,26	0,035
Кол-во пасмурных дней	1,35	2,68	0,014	2,72	3,73	0,001	1,04	2,34	0,030
Кол-во осадков	9,9	3,8	0,001	8,17	3,58	0,002	8,88	3,78	0,001
Влажность	21,46	3,09	0,005	5,58	3,93	0,001	16,23	2,89	0,009

Примечание. Выделены наиболее весомые и значимые факторы.

Коэффициент детерминации (RI) необходим для определения доли вариации зависимой переменной Y (заболеваемость), обусловленной влиянием включенных в модель комплекса климатических факторов x (Веремчук и др., 2002; Веремчук, 2003). Регрессионный анализ также позволил (по показателям B и p) выявить наиболее значимые и весомые факторы среды (количество ясных дней, количество осадков и влажность воздуха) (табл. 4.5).

Таким образом, проведенные предварительные исследования установили высокую корреляционную зависимость БОД у детей, подростков и взрослых от климатических показателей (количество ясных и пасмурных дней, осадков и влажность).

В то же время климатические особенности в различных биозонах создают неоднородную структуру влияния.

Определение специфики воздействия климатических факторов на заболеваемость органов дыхания и **классифицирование** их по биозонам явились следующей задачей исследования.

Классифицирование проводилось в два этапа: 1) определение степени дискриминации (различия) возникновения риска заболеваемости в результате воздействия климатических факторов в биозонах; 2) определение классификационных климатических критериев, характеризующих биозону.

Первый этап включал в себя проведение дискриминантного анализа на базе данных, сформированной предыдущими исследованиями (*STATISTICA 8 – модуль «Discriminant Analysis»*). Это один из методов многомерного статистического анализа, целью которого на основе показаний различных параметров (климатических) является отнесение объекта к одной из биозон.

Так как мы априори задали три класса (биозоны), был получен показатель дискриминации, выраженный в «лямбда Уилкса» (*Wilks' Lambda*). Значения статистики Уилкса, лежащие около 0, свидетельствуют о хорошей дискриминации и, наоборот, лежащие около 1 – о плохой.

В нашем случае хорошая дискриминация говорит о высокой связи уровня заболеваемости органов дыхания и климатических различий в биозонах. Если бы этого различия не было, то можно ставить под сомнение территориальную дифференциацию воздействия на человека климатических факторов. В данном случае мы получили наименьший показатель «лямбда Уилкса» у взрослых (*Wilks' Lambda: 0,03695; approx. $F(16,46) = 12,081; p < 0,00001$*); затем – у подростков (*Wilks' Lambda: 0,05863; approx. $F(14,48) = 10,731; p < 0,00001$*) и – детей (*Wilks' Lambda: 0,05916; approx. $F(12,50) = 12,964; p < 0,00001$*). Расчеты говорят о хорошей дискриминации зависимости заболеваемости от климатических особенностей у взрослых. У детей и подростков она снижена, но в целом тоже хорошая.

С помощью дискриминантного анализа были получены классификационные функции по биозонам, характеризующие степень зависимости заболеваемости органов дыхания от климатических показателей (табл. 4.6).

Далее были рассчитаны диапазоны климатических показателей, при которых происходила дифференциация зависимости заболеваемости органов дыхания от климатических показателей по зонам (континентальная, переходная и прибрежная). В качестве инструмента решения этой задачи использовался метод многомерной статистики «Дерева классификации» (*STATISTICA 8 – модуль «Classification Trees»*). Этот метод позволил предсказать принадлежность объекта наблюдения к той или иной биозоне с соблюдением иерархической структуры зависимости. Данный метод слабо распространен в вероятностно-статистическом распознавании образов, однако он идеально приспособлен для графического представления, и поэтому сделанные на его основе выводы гораздо легче интерпретировать, чем, если бы они были представлены только в числовой форме. Преимущество данного метода заключается также в присущей ему гибкости, последовательности изучения эффекта влияния отдельных компонентов.

Таблица 4.6

**Дискриминационные функции климатических показателей по биозонам
в Приморском крае**

Климатические показатели (x) (среднегодовые данные)	Континенталь- ная зона	Переходная зона	Прибрежная зона
Дети			
Температура ($x1$)	$+18,2 \times (x1)$	$+26,7 \times (x1)$	$+34,6 \times (x1)$
Скорость ветра ($x2$)	$+1,9 \times (x2)$	$+4,5 \times (x2)$	$+6,5 \times (x2)$
Количество осадков ($x3$)	$+27,0 \times (x3)$	$+13,1 \times (x3)$	$+8,4 \times (x3)$
Кол-во пасмурных дней ($x4$)	$+7,1 \times (x4)$	$+9,7 \times (x4)$	$+10,8 \times (x4)$
Кол-во дней с туманами ($x5$)	$+14,5 \times (x5)$	$+18,4 \times (x5)$	$+22,9 \times (x5)$
Кол-во ясных дней ($x6$)	$+124,2 \times (x6)$	$+143,1 \times (x6)$	$+166,6 \times (x6)$
Константа	-79,7	-107,0	-154,5
Подростки			
Кол-во ясных дней ($x6$)	$+120,2 \times (x6)$	$+139,2 \times (x6)$	$+163,0 \times (x6)$
Кол-во дней с туманами ($x5$)	$+11,9 \times (x5)$	$+15,1 \times (x5)$	$+19,0 \times (x5)$
Температура ($x1$)	$+16,2 \times (x1)$	$+22,4 \times (x1)$	$+27,9 \times (x1)$
Скорость ветра ($x2$)	$+2,1 \times (x2)$	$+4,8 \times (x2)$	$+6,9 \times (x2)$
Кол-во пасмурных дней ($x4$)	$+9,1 \times (x4)$	$+11,9 \times (x4)$	$+13,0 \times (x4)$
Количество осадков ($x3$)	$+33,4 \times (x3)$	$+19,2 \times (x3)$	$+13,8 \times (x3)$
Влажность ($x7$)	$+10,1 \times (x7)$	$+9,9 \times (x7)$	$+8,9 \times (x7)$
Константа	-86,9	-113,1	-158,4
Взрослые			
Температура ($x1$)	$+26,4 \times (x1)$	$+37,6 \times (x1)$	$+44,4 \times (x1)$
Скорость ветра ($x2$)	$+7,6 \times (x2)$	$+13,5 \times (x2)$	$+14,6 \times (x2)$
Количество осадков ($x3$)	$+48,3 \times (x3)$	$+44,6 \times (x3)$	$+36,4 \times (x3)$
Кол-во пасмурных дней ($x4$)	$+12,8 \times (x4)$	$+18,0 \times (x4)$	$+18,1 \times (x4)$
Кол-во ясных дней ($x6$)	$+133,8 \times (x6)$	$+164,8 \times (x6)$	$+184,1 \times (x6)$
Кол-во дней с туманами ($x5$)	$+9,8 \times (x5)$	$+11,5 \times (x5)$	$+16,8 \times (x5)$
Влажность ($x7$)	$+105,4 \times (x7)$	$+134,2 \times (x7)$	$+120,2 \times (x7)$
Константа	-97,1	-142,8	-178,8

В результате с помощью предложенного модуля («Деревья классификации») развитие риска заболеваемости органов дыхания связано с климатическими различиями в биозонах (рис. 4.1).

Рис. 4.1. Ранг значимости воздействия климатических факторов на заболеваемость органов дыхания по биозонам.

Примечание: 1 – эпидемиологический риск БОД; 2 – количество ясных дней; 3 – количество дней с туманами; 4 – температура воздуха; 5 – скорость ветра; 6 – количество пасмурных дней; 7 – осадки; 8 – влажность воздуха

Уровень риска заболеваемости органов дыхания по биозонам зависит от температуры воздуха (100 %), от туманов (92 %), скорости ветра (88 %), осадков (86 %) и влажности воздуха (82 %). Принадлежность территориального объекта к одной из трех биозон указывает построенное дерево решений путем последовательного (иерархического) введения условий (*STATISTICA 8 – модуль «Classification Trees»*). Это напоминает положение «листа на дереве» с указанием ведущей к нему последовательности «ветвей». В качестве категориальной переменной был взят эпидемиологический риск, а порядковых предикторов – климатические факторы (рис. 4.2).

На рис. 4.2 представлено дерево классификации с двумя ветвлениями и шестью вершинами. С конечных (нижних) четырех вершин никакие другие решения больше не принимаются. В нашем примере

они являются достаточно «чистыми» – в диаграммах по одному столбцу. Главный дифференцирующий фактор – температура воздуха. Показатель, равный 4,9 (среднегодовой показатель температуры воздуха в крае), можно назвать критерием дифференциации зон на континентальную (1), переходную (2), прибрежную (3).

Рис. 4.2. Классификационные критерии климатических показателей по биозонам

Таким образом, если на территории среднегодовая температура воздуха будет меньше или равна $4,9^{\circ}\text{C}$, то объект можно отнести к континентальной зоне, если больше – к переходно-прибрежной. Так как второй ряд вершин не является «чистым» (слева в диаграмме имеются столбцы, относящиеся к континентальной и прибрежной зонам, справа – переходной и прибрежной), происходит дальнейшее ветвление.

Левую ветвь (континентальную и прибрежную) различает влажность воздуха. Если при температуре $4,9^{\circ}\text{C}$ влажность воздуха меньше или равна 70,8 % (среднегодовые данные), то объект окончательно входит в первую зону. Если влажность больше 70,8 %, то территория войдет в третью зону (прибрежную).

Однако данное решение для прибрежной зоны неоднозначно. Имеется правая ветвь ветвления (рис. 4.2). Если температура воздуха выше $4,9^{\circ}\text{C}$, а количество дней с туманами в году $>41,8$, то территория войдет в прибрежную зону (третья ветвь справа). Зато для переходной зоны (третья ветвь слева) достаточно четко (по высоте столбика диаграммы) определяется пороговый критерий (количество дней с туманами должно быть $\leq 41,8$). Если на этой ветви продолжим ветвление, получим вхождение других значимых факторов (рис. 4.2).

В результате проведенного анализа было установлено, что уровень эпидемиологического риска БОД на территории края отличается в зависимости от принадлежности к одной из биоклиматических зон. Различие между зонами формируют температура воздуха с пороговым среднегодовым показателем $4,9^{\circ}\text{C}$, влажностью 70,8 % и количеством дней с туманами 41,8.

На основании полученных результатов были разработаны классификационные критерии климатических показателей, характеризующие биоклиматические зоны по особенностям зависимости заболеваемости органов дыхания от среднегодовых климатических параметров (табл. 4.7).

Выявленная тесная территориальная зависимость заболеваемости органов дыхания от климатических факторов подвела к определению порогового критерия негативного влияния климата, выше которого заболеваемость в крае считается высокой, ниже – низкой.

На основании регрессионного, дискриминантного анализов было отмечено различие в уровне зависимости заболеваемости органов дыхания от климатических факторов у детей, подростков и взрослых по биозонам.

Поэтому пороговые показатели рассчитывались для всех возрастных категорий населения согласно биоклиматическим зонам.

Таблица 4.7

Классификационные критерии зависимости заболеваемости органов дыхания от климатических факторов по биоклиматическим зонам Приморского края

Среднегодовые показатели переменных	Континентальная зона	Переходная зона	Прибрежная зона
Заболеваемость органов дыхания (тыс.)	100,4 – 180,7	180,7 – 261,0	>261,0
Температура воздуха, °С	≤4,9	4,9 – 6,3	>4,9
Влажность воздуха, %	≤70,8	-	>70,8
Кол-во дней с туманами	-	≤41,8	>41,8

Установление пороговых критериев для всей территории региона в целом проводилось на основе интервального оценивания вариационно-статистического ряда (рис. 4.3). Общую задачу интервального оценивания можно сформулировать следующим образом: по данным разной позиции выборки уровня заболеваемости (минимальной и максимальной) строится числовой интервал исходного климатического показателя, от него – с заранее выбранной вероятностью уровни высокой и низкой заболеваемости в крае.

В алгоритм определения пороговых значений климатических показателей вошли следующие этапы:

- проведение теста на нормальность распределения показаний уровня популяционной заболеваемости органов дыхания и 7 метеорологических компонентов (температура, влажность, скорость ветра, осадки, количество дней с туманами, ясной и пасмурной погодой);
- отбор климатических показателей (один год за десятилетний период), соответствующий году наименьшей заболеваемости по каждому объекту исследования отдельно;

- определение верхней границы доверительного интервала, вариационного ряда из отобранных климатических показателей;
- отбор климатических показателей (за десятилетний период), имеющих показания ниже верхней границы доверительного интервала (минимальная заболеваемость);
- определение доверительного интервала климатических показателей при минимальной заболеваемости;
- отбор климатических показателей (один год за десятилетний период), соответствующий году наибольшей заболеваемости по каждому объекту исследования отдельно;
- определение нижней границы доверительного интервала, вариационного ряда из отобранных климатических показателей;
- отбор климатических показателей (за десятилетний период), имеющих показания выше нижней границы доверительного интервала (максимальная заболеваемость);
- определение доверительного интервала климатических показателей при максимальной заболеваемости;
- анализ и сопоставление доверительных интервалов при минимальной и максимальной заболеваемости (определение пороговых значений).

Для визуализации предложенного алгоритма приводится схема (рис. 4.3). Аналогично можно рассчитать пороговые показания заболеваемости, которые могут возникнуть в зависимости от колебания показателя фактора среды в динамике. Однако данная процедура нами проводится только с точно установленным приоритетом воздействия взятого фактора.

По величине пороговых критериев можно проследить причинно-следственные зависимости по воздействию среды на заболеваемость (рис. 4.4). Так, взрослые с патологией органов дыхания в Приморском крае больше реагируют на повышенную влажность воздуха и количество осадков. Менее чувствительны дети и подростки.

Рис. 4.3. Схема определения пороговых значений климатических показателей

В то же время взрослые меньше реагируют на количество ясных и пасмурных дней (рис. 4.4). Нами были рассчитаны пороговые значения для 7 метеорологических показателей, которые непосредственно влияют на распространение БОД в Приморском крае (табл. 4.8) посредством различных комплексных показателей (контрастная, суровая погода), негативно влияющих на данную патологию.

Проведенные исследования позволили определить комплексные оптимальные климатические нагрузки на БОД в Приморском крае по биоклиматическим зонам. В качестве расчетных формул использовались полученные результаты дискриминационных функций (табл. 4.6) и пороговый - диапазон климатических показателей по биоклиматическим зонам (табл. 4.8).

Рис. 4.4. Региональные пороговые критерии заболеваемости и количества ясных дней, влажности, осадков и пасмурных дней в Приморском крае

В результате подстановки минимальных и максимальных значений (табл. 4.8), вошедших в дискриминационную модель факторов,

Таблица 4.8

**Пороговые значения (диапазоны) климатических факторов
по биоклиматическим зонам Приморского края, выше которых
может отмечаться высокий уровень заболеваемости органов дыхания**

Климатические показатели	Пороговые критерии по возрастным группам населения		
	Дети	Подростки	Взрослые
Осадки, мм (x3)	<i>Континентальная биозона</i>		
	76,4 – 88,1	76,8 – 89,9	76,8 – 88,3
	<i>Переходная биозона</i>		
	61,8 – 83,2	63,2 – 89,8	63,2 – 83,2
	<i>Прибрежная биозона</i>		
	74,7 – 81,8	74,7 – 81,8	74,4 – 83,0
Влажность, % (x7)	<i>Континентальная биозона</i>		
	71,6 – 74,1	72,6 – 74,2	72,8 – 74,5
	<i>Переходная биозона</i>		
	69,4 – 75,0	72,2 – 76,5	71,9 – 76,5
	<i>Прибрежная биозона</i>		
	75,0 – 100	75,0 – 100	75,0 – 100
Температура, °C (x1)	<i>Континентальная биозона</i>		
	3,9 – 4,1	4,2	4,2 – 4,3
	<i>Переходная биозона</i>		
	5,1 – 6,3	5,0 – 6,3	5,1 – 6,3
	<i>Прибрежная биозона</i>		
	7,2 – 9,9	7,2 – 9,9	7,2 – 9,9
Туманы (кол-во дней) (x5)	<i>Континентальная биозона</i>		
	5,7 – 37,7	5,7 – 37,7	5,7 – 39,1
	<i>Переходная биозона</i>		
	21,7 – 64,0	21,7 – 79,0	21,7 – 64,0
	<i>Прибрежная биозона</i>		
	28,9 – 98,0	28,1 – 98,0	28,9 – 98,0
Пасмурные дни (количество) (x4)	<i>Континентальная биозона</i>		
	6,0 – 16,6	8,1 – 21,8	6,0 – 16,6
	<i>Переходная биозона</i>		
	12,5 – 32,5	12,5 – 32,5	12,5 – 33,0
	<i>Прибрежная биозона</i>		
	13,1 – 30,5	16,7 – 33,0	13,1 – 32,4

Окончание таблицы 4.8

Скорость ветра, м/с (х2)	<i>Континентальная биозона</i>		
	1,5 – 2,2	1,9 – 2,3	1,6 – 2,2
	<i>Переходная биозона</i>		
Ясные дни (количество) (х6)	2,2 – 3,4	2,3 – 3,4	2,4 – 3,4
	<i>Прибрежная биозона</i>		
	3,5 – 6,3	3,5 – 6,3	3,5 – 6,3
	<i>Континентальная биозона</i>		
	126,4 – 191,7	194,1 – 196,4	184,3 – 191,7
	<i>Переходная биозона</i>		
	168,0 – 206,0	168,0 – 206,0	168,0 – 206,0
	<i>Прибрежная биозона</i>		
	59,0 – 226,0	59,0 – 226,0	59,0 – 226,0

нами были получены интегральные показатели, характеризующие оптимальные климатические нагрузки на бронхолегочную систему человека (табл. 4.9).

Таблица 4.9

Оптимальный показатель климатических нагрузок на болезни органов дыхания в биоклиматических зонах Приморского края (условные единицы)

Биоклиматические зоны	Дети		Подростки		Взрослые	
	min значе- ние	max значе- ние	min значе- ние	max значе- ние	min значе- ние	max значе- ние
Континентальная	17881,1	26854,5	26757,1	27993,1	36203,3	38397,5
Переходная	25407,0	31968,7	25797,8	37683,6	40706,75	49394,0
Прибрежная	11372,3	41141,4	11907,6	41392,2	23576,81	60364,6

Анализ табл. 4.9 показал:

- влияние климатических нагрузок на уровень распространения БОД в Приморском крае возрастает по мере приближения к морю;
- сильное негативное влияние на бронхолегочную патологию оказывает климат прибрежной зоны;
- наиболее чувствительны к патогенному воздействию климата дети и подростки.

Полученные результаты позволили разработать шкалы нагрузок климатических факторов на БОД в Приморском крае по возрастным группам (табл. 4.10).

Таблица 4.10

Шкала критериев климатических нагрузок, влияющих на уровень распространения болезней органов дыхания в Приморском крае

Климатические нагрузки	Дети	Подростки	Взрослые
Слабые	<26854,5	<27993,1	<38397,5
Повышенные	26854,5–31968,7	27993,1–37683,6	38397,5–49394,0
Сильные	31968,7–41141,4	37683,6–41392,2	49394,0–60364,6
Очень сильные	>41141,4	>41392,2	>60364,6

Климатические нагрузки, рассчитанные по табл. 4.6, 4.8 для каждого территориального объекта, показали степень влияния величины климатического воздействия (нагрузок) на эколого-зависимую бронхолегочную патологию в Приморском крае.

Анализ полученных данных в табл. 4.10 позволил создать картографическую модель пространственного распределения величины нагрузок по Приморскому краю (рис. 4.5 – 4.7).

Таким образом, негативное воздействие климата на бронхолегочную систему взрослых, подростков и детей в Приморском крае (по шкале нагрузок табл. 4.10) имеет ранг «слабые нагрузки» и «повышенные» (рис. 4.5 – 4.7). Сильные нагрузки отмечены лишь на узкой

Рис. 4.5. Климатические нагрузки на дыхательную систему взрослых
Примечание: белый цвет - слабые (<38397,5); серый цвет – повышенные (38397,5–49394,0); темно-серый цвет - сильные (49394,0–60364,6)

Рис. 4.6. Климатические нагрузки на дыхательную систему подростков
Примечание: белый цвет - слабые (<27993,1); серый цвет – повышенные (27993,1–37683,6);

Рис. 4.7. Климатические нагрузки на дыхательную систему детей
Примечание: белый цвет – слабые (<26854,5); серый цвет – повышенные (26854,5 – 31968,7); темно-серый цвет - сильные (31968,7–41141,4)

южной прибрежной полосе (для взрослых) и северо-востоке Приморья (для детей Тернейского района).

Исходя из того, что климат прибрежной зоны Приморского края наиболее ярко, в «чистом виде» отражает характерные особенности муссонного климата, появляющийся в последние годы некоторый скептицизм ученых по поводу негативного влияния муссонного климата на человека несколько не обоснован, особенно по заболеваемости органов дыхания (Матюхин, Разумов, 1999; Хижняк и др., 2009). Полученные результаты могут использоваться для прогноза негативного воздействия климата при повышении роста заболеваемости органов дыхания в различных районах края.

4.1.4. Оценка негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха на распространение заболеваемости дыхательной системы в Приморском крае

Приморский край в целом по качеству воздушной среды является благополучным регионом. Однако промышленные города края находятся в различных и весьма сложных климатических, орографических и гидрологических условиях, создающих пространственную неоднородность концентрации вредных веществ в воздухе, что, в свою очередь, влияет на территориальные изменения уровня заболеваемости болезнями органов дыхания по краю. Неблагоприятное экологическое состояние воздушного бассейна большинства городов и поселков Приморского края обусловлено низкой эффективностью природоохранных мероприятий на предприятиях с устаревшим оборудованием и технологиями, а также недостаточным оснащением предприятий высокоэффективными очистными сооружениями.

В результате был проведен расчет нормированного показателя экологического риска техногенного загрязнения воздушной среды, вызывающего реальный риск болезней органов дыхания в крупнейших промышленных городах Приморского края у различных категорий

населения (дети, подростки, взрослые). Полученный нормированный показатель позволяет отразить уровень распространенности и значимости изучаемого процесса воздействия на популяционном уровне, а также создать систему интегральных критериев оценки качества воздушной среды, вызывающей локальный уровень заболеваемости БОД в промышленных городах региона.

Для расчета экологического риска использовался ретроспективный анализ загрязнения атмосферного воздуха от промышленных источников, автотранспорта, а также статистические данные общей заболеваемости БОД у детей, подростков, взрослых по 11 городам Приморья за 2008 – 2017 гг. (Государственный доклад о состоянии здоровья..., 2000, 2017; Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке ..., 2009; Доклад о состоянии здоровья..., 2015; Архив погоды. – <http://www.pogodaiklimat.ru/>). Методологической основой определения экологического риска в системе «среда обитания – органы дыхания» является бонитировка (качественное ранжирование) промышленных городов по результатам оценки уровня загрязнения воздуха и общей заболеваемости БОД. Экологическая бонитировка позволила объективно выявить территории риска заболеваемости бронхолегочной патологии и наметить направление осуществления адекватных оздоровительных и профилактических мероприятий.

Был рассчитан нормированный показатель риска развития заболеваний органов дыхания в зависимости от техногенного загрязнения воздушной среды в крупных промышленных городах Приморского края по возрастным категориям (дети, подростки, взрослые). В процессе расчета был получен верхний порог среднемноголетнего минимума загрязнения в промышленных городах Приморья (табл. 4.1). Полученный показатель регионального фонового уровня загрязнения соответствовал наименьшей величине загрязнения воздуха и наименьшему многолетнему уровню заболеваемости БОД населения, проживающего в крупных промышленных городах региона. В свою очередь, взятый отдельно только этот показатель не мог дать сравнительной,

пространственной оценки экологической обстановки в крае. Поэтому потребовался другой оценочный показатель, позволивший определить экологический риск загрязнения ($Wi_{эк}$), который дает высокоинформативную интегральную характеристику неблагоприятного воздействия загрязненного воздуха на развитие БОД в крае (табл. 4.11 – 4.12). Согласно ранжированию критериев риска по А.И. Потапову (Оценка эпидемиологического риска..., 1999), низкий риск – $Wi < 0$; умеренный риск – $Wi = 0-1$; повышенный риск – $Wi = 1-2$; высокий риск – $Wi = 2-3$; очень высокий риск – $Wi > 3$.

Анализ полученных результатов показал наибольший экологический риск распространения заболеваний органов дыхания в промышленных городах Приморского края.

В самом крупном и индустриально развитом г. Владивосток экологический риск определялся как со стороны выбросов от промышленных источников (1–3-й классы вредности предприятий), так и автотранспорта.

Таблица 4.11

Экологический риск влияния загрязнения воздуха промышленными источниками на уровень заболеваемости БОД у населения Приморского края

Город	Показатель					
	$X\phi$	$\Delta_{0,95}$	Zi	HPi	OPi	Wi
Дети						
Арсеньев	6,34	8,49	6,66	0,32	1,05	0,096
Артем			25,67	19,33	4,05	5,86
Владивосток			66,23	59,88	10,45	18,18
Дальнереченск			4,06	-2,27	0,64	-0,69
Лесозаводск			3,08	-3,25	0,48	-0,98
Находка			9,97	3,636	1,57	1,10
Спасск-Дальний			14,90	8,56	2,35	2,59
Партизанск			14,55	8,21	2,29	2,49
Уссурийск			18,59	12,25	2,93	3,71
Дальнегорск			6,19	-0,14	0,97	-0,043
Большой Камень			3,09	-3,24	0,48	-0,98

Подростки						
Арсеньев	5,94	8,66	6,66	0,72	1,12	0,26
Артем			25,66	19,73	4,32	7,23
Владивосток			66,22	60,28	11,15	22,09
Дальнереченск			4,06	-1,87	0,68	-0,68
Лесозаводск			3,08	-2,85	0,51	-1,04
Находка			9,97	4,03	1,67	1,47
Спасск-Дальний			14,89	8,96	2,50	3,28
Партизанск			14,55	8,61	2,45	3,15
Уссурийск			18,58	12,65	3,13	4,63
Дальнегорск			6,19	0,25	1,04	0,09
Большой Камень			3,09	-2,84	0,52	-1,047
Взрослые						
Арсеньев	8,629	11,46	6,65	-1,96	0,77	-0,69
Артем			25,66	17,04	2,97	6,01
Владивосток			66,22	57,60	7,68	20,31
Дальнереченск			4,06	-4,55	0,47	-1,60
Лесозаводск			3,08	-5,53	0,35	-1,95
Находка			9,97	1,34	1,15	0,47
Спасск-Дальний			14,89	6,27	1,72	2,21
Партизанск			14,55	5,92	1,68	2,09
Уссурийск			18,58	9,96	2,15	3,51
Дальнегорск			6,19	-2,42	0,71	-0,85
Большой Камень			3,09	-5,53	0,35	-1,95

Примечание. Низкий риск – $Wi < 0$; умеренный риск – $Wi = 0-1$; повышенный риск – $Wi = 1-2$; высокий риск – $Wi = 2-3$; очень высокий риск – $Wi > 3$; $Xф$ и $\Delta_{0,95}$ – региональные показатели.

Причем риск от автотранспорта значительно выше ($Wi = 65,2-89,9$), чем от выбросов в воздух промышленных предприятий ($Wi = 18,2-22,1$) (табл. 4.1, 4.11, 4.12).

Среди различных возрастных групп населения наибольший техногенный пресс испытывают подростки и взрослые. Возможно, что у подростков это связано с физиологическими особенностями возраста, у взрослых – с профзаболеваемостью.

Таблица 4.12

**Экологический риск влияния загрязнения воздуха автотранспортом
на уровень заболеваемости БОД у населения Приморского края**

Город	Показатель					
	$X\phi$	$\Delta_{0,95}$	Zi	HPi	OPi	Wi
Дети						
Арсеньев	2,92	3,15	2,28	-0,63	0,78	-0,50
Артем			10,48	7,56	3,59	6,02
Владивосток			84,82	81,89	29,04	65,21
Дальнереченск			2,25	-0,66	0,77	-0,52
Лесозаводск			4,62	1,70	1,58	1,358
Находка			19,46	16,54	6,66	13,17
Спасск-Дальний			3,07	0,15	1,05	0,12
Партизанск			3,80	0,88	1,30	0,70
Уссурийск			10,39	7,47	3,55	5,95
Дальнегорск			3,45	0,53	1,18	0,42
Большой Камень			1,42	-1,49	0,48	-1,19
Подростки						
Арсеньев	3,23	4,14	2,28	-0,94	0,70	-1,04
Артем			10,48	7,25	3,24	8,00
Владивосток			84,82	81,59	26,26	89,97
Дальнереченск			2,25	-0,97	0,69	-1,07
Лесозаводск			4,62	1,39	1,43	1,54
Находка			19,46	16,23	6,02	17,90
Спасск-Дальний			3,07	-0,15	0,95	-0,16
Партизанск			3,80	0,57	1,17	0,63
Уссурийск			10,39	7,16	3,21	7,90
Дальнегорск			3,45	0,22	1,07	0,24
Большой Камень			1,42	-1,80	0,44	-1,99

Взрослые						
Арсеньев	3,40	4,32	2,28	-1,11	0,67	-1,20
Артем			10,48	7,09	3,08	7,67
Владивосток			84,82	81,42	24,97	88,08
Дальнереченск			2,25	-1,13	0,66	-1,23
Лесозаводск			4,62	1,23	1,36	1,331
Находка			19,46	16,06	5,73	17,38
Спасск-Дальний			3,07	-0,31	0,90	-0,34
Партизанск			3,80	0,41	1,12	0,44
Уссурийск			10,39	6,99	3,06	7,57
Дальнегорск			3,45	0,06	1,01	0,06
Большой Камень			1,42	-1,97	0,41	-2,13

Примечание. Низкий риск – $Wi < 0$; умеренный риск – $Wi = 0-1$; повышенный риск – $Wi = 1-2$; высокий риск – $Wi = 2-3$; очень высокий риск – $Wi > 3$; $Xф$ и $\Delta_{0,95}$ – региональные показатели.

Высокий и очень высокий экологический риск заболеваний органов дыхания от выбросов промышленных предприятий имеют города с развитым энергетическим комплексом (Артем – 60 %, 1-й и 2-й классы вредности производств; Партизанск – 82,6 %, 1-й и 2-й классы вредности производств). Стройиндустрия г. Спасск-Дальний (34 %, 1-й класс вредности) создала условия высокого риска ($Wi=2-3$) для детей, взрослых и очень высокого ($Wi > 3$) для подростков. Очень высокий риск ($Wi > 3$) для всех групп населения отмечается в г. Уссурийск, где практически нет особо опасных для здоровья предприятий, но имеются иные источники загрязнения (табл. 4.12). В остальных городах (Арсеньев, Дальнереченск, Лесозаводск, Дальнегорск и Большой Камень) в последние годы в связи с падением уровня промышленного производства риск заболевания от основных источников незначительный ($Wi < 0$).

Совершенно иная картина складывается по воздействию выбросов от автотранспорта. Экологический риск развития заболеваний

органов дыхания по данному виду загрязнения во всех крупных городах Приморья превышает в 4 – 5 раз загрязнение от промышленных источников. Связано это с увеличением в последние годы количества автотранспортных средств и использования экологически опасного топлива.

По величине наибольшего экологического риска выделяются портовые города (Владивосток, Находка), а также крупные города, расположенные по автотрассе Владивосток–Хабаровск (города Артем, Уссурийск). Повышенный риск от автотранспортного загрязнения ($W_i = 1-2$) отмечается в г. Лесозаводск и умеренный ($W_i = 0-1$) – в городах Партизанск, Дальнегорск. По категориям населения в этих городах наибольший экологический пресс на бронхолегочную систему испытывают подростки и взрослые (табл. 4.12).

Известно, что благодаря уровню самоочищения атмосферы интенсивность загрязнения воздуха в какой-то мере зависит от климатических параметров. Для выявления степени зависимости был проведен дискриминантный анализ (*STATISTICA 8 – модуль «Discriminant Analysis»*), который выявил неоднородность распространения заболеваний органов дыхания от техногенного загрязнения по биоклиматическим зонам. В результате мы получили достоверную зависимость (*Wilks' Lambda: 0,2301249; approx. $F(4,14) = 3,796023$; $p < 0,027$*) (табл. 4.13).

Однако эта зависимость намного слабее зависимости от климата (*Wilks' Lambda: 0,03695; approx. $F(16,46) = 12,081$; $p < 0,0000$*). Следовательно, анализ причинно-следственных связей указывает на то, что дискриминация по биоклиматическим зонам заболеваемости БОД по сравнению с климатическими факторами (*Wilks' Lambda: 0,03695; approx. $F(16,46) = 12,081$; $p < 0,0000$*) менее значима, чем от влияния загрязнения воздушной среды.

Но так как связь все-таки присутствует, были рассчитаны критерии экологических нагрузок (по биоклиматическим зонам).

Таблица 4.13

**Дискриминационные функции влияния загрязнения воздуха
на заболеваемость БОД по биоклиматическим зонам Приморского края**

Загрязнители воздуха	Континентальная зона	Переходная зона	Прибрежная зона
	Лямбда Уилкса: 0,2301249; приближ. $F(4,14) = 3,796023$; $p < 0,0271$		
NO _x	0,04984	2,11410	0,16953
SO ₂	0,07629	-0,52993	0,19507
CO	0,55785	-0,21304	0,36207
Твердые	-0,03739	0,20130	-0,13105
Выброс по городу	-0,02747	0,03842	0,04151
Константа	-1,44220	-3,79589	-3,00408

Первоначально были определены региональные пороговые критерии воздействия на популяционные показатели заболеваемости БОД по основным техногенным выбросам в атмосферу (общий выброс; твердые выбросы; SO₂; CO; NO_x). Для расчета использовалась отработанная на климатических параметрах методика определения диапазона варьирования показателей загрязнения в зависимости от минимальной и максимальной популяционной заболеваемости. Нужно заметить, что если климатические показатели имели разный вес негативного воздействия на детей, подростков и взрослых (табл. 4.9), то техногенный выброс почти в одних и тех же пределах опасен для всех возрастных групп населения (табл. 4.14).

Для определения интегральных нагрузок влияния загрязнения воздуха на распространение эколого-зависимых заболеваний органов дыхания в Приморском крае были рассчитаны оптимальные нагрузки для каждой биоклиматической зоны. Использование дискриминационных функций по биозонам (табл. 4.13) позволило при расчете техногенных нагрузок учесть скрытое воздействие климатических особенностей территории – самоочищение атмосферы за счет скорости ветра, влажности, количества осадков.

Таблица 4.14

**Пороговые критерии влияния загрязнения воздуха на заболеваемость БОД
в Приморском крае**

Загрязнители воздуха	Диапазон	Дети	Подростки	Взрослые
Общий выброс	min	11,5	11,5	13,1
	max	31,8	31,8	31,8
Твердые выбросы	min	1,7	1,7	1,7
	max	17,6	17,6	17,6
SO ₂	min	2,1	2,1	2,3
	max	16,8	16,8	16,8
CO	min	3,0	3,0	2,9
	max	5,5	5,5	5,5
NO _x	min	0,3	0,3	0,3
	max	3,0	3,0	3,0

В результате, подставив пороговые критерии (табл. 4.13) в уравнение дискриминационных функций, получили оптимальные диапазоны нагрузки техногенного загрязнения воздуха на распространение болезней органов дыхания в биоклиматических зонах Приморского края (табл. 4.15).

После шкалирования нагрузок техногенного загрязнения воздуха выделились диапазоны слабых, повышенных, сильных и очень сильных нагрузок в Приморском крае (табл. 4.16).

Расчеты техногенных нагрузок с учетом климатических особенностей (биозоны) в указанной последовательности устанавливают закономерности пространственного распространения заболеваемости органов дыхания в крае (табл. 4.17).

Так, было установлено, что наибольшие техногенные нагрузки на распространение БОД оказывают выбросы во Владивостоке, Артеме и Уссурийске. Более благополучные следующие города: Арсеньев, Партизанск, Дальнереченск, Лесозаводск и Большой Камень.

Таблица 4.15

Оптимальный показатель нагрузки техногенного загрязнения воздуха в развитии болезней органов дыхания по биозонам (расчетные единицы)

Группы населения	Континентальная зона		Переходная зона		Прибрежная зона	
	min	max	min	max	min	max
Дети	-0,43	0,88	-4,39	0,88	-1,37	3,67
Подростки	-0,43	0,88	-4,39	0,88	-1,37	3,67
Взрослые	-0,33	6,94	-4,38	0,88	-1,22	3,67

Таблица 4.16

Шкала критериев нагрузок общего загрязнения воздуха, влияющих на уровень заболеваемости БОД в Приморском крае

Нагрузки общего загрязнения воздуха		Ранг нагрузок
Слабые	<0	1
Повышенные	0 – 1,0	2
Сильные	1,1 – 4,0	3
Очень сильные	>4,0	4

Таблица 4.17

Нагрузка загрязнения воздуха влияющая, на заболеваемость БОД по городам Приморского края

Промышленные города	Расчетные нагрузки	Ранг нагрузок
Арсеньев	-0,42	1
Владивосток	6,39	4
Находка	0,57	2
Артем	2,14	3
Партизанск	-0,33	1
Дальнереченск	-0,56	1
Лесозаводск	-0,71	1
Уссурийск	1,73	3
Дальнегорск	0,08	2
Спасск-Дальний	0,99	2
Большой Камень	-0,53	1

Именно в этих городах отмечалось резкое снижение объемов производства в 2008–2017 гг. Данные табл. 4.17 были внесены на карту ранжированных климатических нагрузок (табл. 4.10).

Сопоставление нагрузок (экологических и климатических) показало, что для жителей городов Приморского края, имеющих заболевания органов дыхания, в основном складываются неблагоприятные условия (рис. 4.8).

Рис. 4.8. Влияние экологических нагрузок на заболеваемость БОД
в Приморском крае

Примечание: климатические нагрузки: - слабые нагрузки,

 - умеренные нагрузки, - сильные нагрузки;

Техногенные нагрузки (загрязнение воздуха): - слабые нагрузки,

- умеренные нагрузки, - сильные нагрузки, очень сильные нагрузки.

Так, районы с сильными и очень сильными техногенными нагрузками, совпадают с районами повышенных климатических нагрузок, что усугубляет тяжесть течения заболеваний органов дыхания.

Для анализа экологической ситуации всей территории Приморского края был рассчитан общий риск негативного воздействия экологических условий (загрязнение воздуха, воды, почв, растительности), которые в совокупности также влияют на бронхолегочную заболеваемость. Затем сопоставление экологического риска с эпидемиологическим позволило осветить территориальные проблемы в развитии заболевания органов дыхания в крае.

Оказалось, что распространение БОД под воздействием среды обитания происходит в основном в городах Артем, Дальнегорск, Партизанск, пос. Кавалерово и Партизанском районе. В городах Уссурийск, Большой Камень и Находка помимо загрязнения среды на распространение БОД влияют также социальные, экономические и другие причины (табл. 4.18).

Таким образом, сложная экологическая обстановка с техногенными выбросами в атмосферу в городах Приморского края создает высокий риск распространения эколого-зависимых БОД.

Таблица 4.18

**Экологический и эпидемиологический риски формирования БОД
в Приморском крае**

Населенные пункты, районы	Экологический риск	Эпидемиологический риск	Населенные пункты, районы	Экологический риск	Эпидемиологический риск
Анучинский р-н	2,31	-0,06	Артем	1,54	4,35
Арсеньев	2,31	-0,75	Дальнегорск	1,14	1,47
Дальнереченск	3,07	0,91	Кавалерово	1,14	1,44
Кировский р-н	8,78	0,28	Лазовский р-н	2,46	0,43
Красноармейский р-н	9,31	1,18	Надеждинский р-н	1,54	-0,17
Лесозаводск	14,32	0,61	Партизанск	0,21	0,72
Михайловский р-н	5,47	-0,21	Партизанский р-н	0,21	0,33

Окончание таблицы 4.18

Октябрьский р-н	5,47	0,78	Уссурийск	0,53	2,57
Пограничный р-н	5,47	-0,53	Уссурийский р-н	0,53	0,25
Пожарский р-н	8,12	1,09	Большой Камень	-0,37	0,49
Спасск-Дальний	5,47	-0,30	Владивосток	5,06	0,96
Спасский р-н	5,47	1,21	Находка	-0,28	2,17
Ханкайский р-н	5,47	0,75	Ольгинский р-н	6,97	0,55
Хорольский р-н	5,47	0,56	Тернейский р-н	1,71	-0,48
Черниговский р-н	5,47	0,22	Фокино	0,34	4,20
Чугуевский р-н	2,15	-0,02	Хасанский р-н	2,18	0,86
Яковлевский р-н	2,15	-0,41			

Примечание. Низкий риск – $W < 0$; умеренный риск – $W = 0-1$; повышенный риск – $W = 1-2$; высокий риск – $W = 2-3$ и более. Выделено превышение эпидемиологического риска.

Отмечено, чем больше объем выбросов, тем выше риск заболеваемости и нагрузки на дыхательную систему. Было установлено, что критерии негативного воздействия практически одинаковы для всех возрастных групп. При наложении экологических нагрузок на климатические отмечается территориальное совпадение повышенных величин нагрузок.

4.1.5. Структурирование негативного воздействия факторов среды обитания на распространение эколого-зависимых заболеваний

При всей изученности воздействия среды обитания на развитие болезней органов дыхания (Величковский, 2003, 2009; Григорьева, 2010; Веремчук, 2013; Синицын, 2011; Заболевания органов дыхания..., 2013; Методология оценки..., 2015; Формирование загрязнения..., 2015) структурный механизм данного воздействия является наиболее сложной задачей медико-экологических исследований.

Главной трудностью можно назвать необходимость учета всей совокупности воздействия факторов окружающей среды, имеющих

разную силу, интенсивность и природу. Применение многоуровневой структуры воздействия позволяет выявлять тонкий механизм причинно-следственных взаимоотношений человека и среды обитания.

Методы многомерного анализа (множественной корреляции, факторный, компонентный и другие анализы) позволяют выявить зависимость между изучаемыми признаками. Созданы также различные программные пакеты (STATISTICA–6) для структурирования изучаемых связей в стохастических процессах (кластерный анализ, деревья классификации, структурные уравнения, нейронные сети). При всей технологичности данных программ, в итоге в многопрофильных межсистемных исследованиях, как правило, отбрасываются слабые зависимости. В наших исследованиях был использован метод, широко применяемый в популяционной биологии, – метод корреляционных плеяд П.В. Терентьева (Ростова, 2002), который позволяет полноценно работать с различными связями (сильными и слабыми).

Для структуризации воздействия факторов среды на эколого-зависимую заболеваемость бронхолегочной патологии в качестве базы данных были использованы статистические данные по заболеваемости БОД и статичная информация по рельефу, растительности, гидросфере, климату, общему экологическому состоянию окружающей среды, загрязнению воздушного бассейна, социально-экономическим факторам (82 показателя) по 45 территориальным объектам.

Процедура исследования состояла из нескольких этапов. Так как начальная база имела вид громоздкой и некорректной матрицы, сложной и малоэффективной для многомерного анализа (82×498), была проведена группировка факторов по общности воздействия (общая среда – 49 показателей, климатические показатели – 18, загрязнение воздуха – 15). Группировка показала количественное различие числа факторов в каждом блоке (от 15 до 49 показателей), что является нежелательным, так как такой разброс затрудняет сопоставление результатов. Поэтому была проведена редукция (сокращение) количества входящих переменных и уравнивание их количества в блоках.

Редукция проводилась в такой последовательности: выделение переменных, прошедших тест на распределение Гаусса; выделение парных коэффициентов корреляции Пирсона, имеющих уровень значимости $p < 0,05$; выделение наиболее сильных блочных связей путем расчета канонической зависимости между блоками факторов; сортировка факторов (внутри сильных блоков) с наибольшими каноническими весами.

Проведение первых двух этапов сократило число переменных до 91, которые, в свою очередь, были разбиты на 6 относительно равных по количеству показателей блоков: естественная природная среда – 15 переменных, загрязнение воздуха – 15, климат – 18 переменных.

Третьим этапом явилось выделение наиболее сильных воздействий блоков факторов среды на заболеваемость. Для этого в программе *STATISTICA*–8 был проведен канонический анализ зависимостей между переменными (блоки факторов). В результате выявлена слабая зависимость с естественной природной средой (общей), поэтому она была исключена из исследования. Однако делать вывод, что совокупная естественная среда (природная) не влияет на формирование БОД, неправомерно, потому что связь все-таки существует, только в данном подборе большого количества переменных (82) влияние естественной среды слабее в сравнении с другими блоками (климатические показатели и загрязнение воздуха) (табл. 4.19).

В результате для всего населения Приморского края заболеваемость БОД в большей степени (ранг 1) зависит от климата ($R=0,63$; $\chi^2=237,4$ и $p < 0,01$), затем от загрязнения воздуха ($R=0,36$; $\chi^2=87,1$ и $p < 0,05$) (табл. 4.19).

Для анализа зависимости БОД от климата были использованы показатели, формирующие погодную ситуацию, колебания которых вызывают негативную реакцию у метеотропных больных (температура воздуха, влажность, скорость ветра, осадки, количество дней с туманами, ясной и пасмурной погодой).

**Каноническая зависимость заболеваемости БОД всех групп населения
от факторов окружающей среды в Приморском крае**

Блоки факторов	<i>Ранг воздействия</i>	<i>R</i>	χ^2	<i>p</i>
Климатические показатели	1	0,63	237,4	<0,01
Загрязнение воздуха	2	0,36	87,1	<0,05

В качестве показателей загрязнения воздуха были взяты мониторинговые данные (общий выброс в воздух, пылевые выбросы, SO₂, NO_x, CO). Поскольку *межсистемные* связи (человек–среда) слабо коррелированы (Реймерс, 1994; Ягодин, Пуртова, 2013), пороговым значением по методу П.В. Терентьева для «головных» зависимостей был принят коэффициент $r_0 > 0,2$, который сформировал последовательность подграфов, принимаемых в качестве плеяд. Для *межфакторных* зависимостей внутри каждой системы (зависимости между признаками среды) принимался высокий порог $r_0 > 0,5$, так как внутри системы признаки достаточно детерминированы между собой.

Для определения силы и степени взаимодействия плеяд были использованы основные характеристики плеяд: G – мощность плеяды (число признаков, членов плеяды); G/k – относительная мощность плеяды (k – общее число признаков); D – крепость плеяды (средняя арифметическая абсолютных величин внутриплеядных коэффициентов корреляции) (Ростова, 2002). Кроме перечисленных характеристик плеяды мы использовали, на наш взгляд, необходимый показатель полноты взаимосвязей Π . Эта характеристика указывает, насколько факторы взаимосвязаны. Чем выше (в %) показатель Π , тем более мощнее связаны между собой факторы в плеяде:

$$\Pi = \frac{S}{\sum (G - G!)} \times 100, \quad (4.11)$$

где: S – число фактических взаимосвязей, вошедших в плеяду;

в знаменателе – максимальное число взаимосвязей при определенном количестве признаков (G), вошедших в плеяду; ! – факториал; Σ – знак суммы.

В результате после графического отображения полученных результатов с БОД четко выделились две плеяды – климатическая и загрязнение воздуха (рис. 4.9).

Рис. 4.9. Структура воздействия климатических факторов и загрязнения воздуха на заболеваемость БОД в Приморском крае.

Примечание: БОД – болезни органов дыхания у детей, подростков, взрослых; климатические показатели (K1 – температура воздуха; K2 – скорость ветра; K3 – количество пасмурных дней; K4 – количество дней с осадками ≥ 1 ; K5 – влажность; K6 – количество дней с туманами; K7 – количество ясных дней); загрязнение воздуха (B1 – общий техногенный выброс в воздух; B2 – SO_2 ; B3 – NO_x ; B4 – CO; B5 – пыль)

Первая плеяда имела мощность $G = 7$; относительную мощность $G/k = 0,58$ (k – общее число 12 исследуемых признаков); крепость $D = 0,37$; полноту взаимосвязей $\Pi = 33,3\%$; уровень значимости $P < 0,05$. **Вторая плеяда:** $G = 5$; $G/k = 0,42$; $D = 0,7$; $\Pi = 50\%$; $P < 0,05$ (рис. 4.9).

Таким образом, первая плеяда, в которую вошли климатические показатели, имеет большую мощность ($G = 7$ и $G/k = 0,58$). То есть климатические условия по сравнению с загрязнением воздуха по воздействию на БОД преобладают. Однако крепость второй плеяды $D = 0,7$ (загрязнение воздуха) и детерминированность в плеяде $\Pi = 50 \%$ гораздо выше, чем в первой. Данная зависимость говорит о более агрессивном действии загрязнения воздуха на человека. Поэтому вторая плеяда, имея сильное ($r = 0,67$) (через SO_2 и NO_x) воздействие на климатические условия, вместе с прессорным действием климатических показателей усугубляет негативное влияние на все группы населения. Напрямую, непосредственно («головные связи») загрязнение действует только на детское население края.

Полученные результаты позволяют сделать выводы, что непосредственное негативное воздействие на заболеваемость БОД оказывают климатические показатели при мощном влиянии загрязнения воздуха (мощная плеяда загрязнения воздуха), которое по силе воздействия превышает климатическую плеяду.

Дети более чувствительны к загрязнению, поэтому у них может развиваться бронхолегочная патология под влиянием выбросов в атмосферу SO_2 , NO_x .

При детализации зависимостей (рис. 4.9) установлено, что состояние бронхолегочной системы у всех групп населения в первую очередь обусловлено негативным влиянием температуры воздуха (K_1). У подростков и взрослых помимо температуры воздуха подключается патогенное воздействие осадков (K_4). Подростки отрицательно реагируют на увеличение количества пасмурных дней (K_3), а дети – на повышенную скорость ветра (K_2) (рис. 4.9). Более подробные результаты занесены в табл. 4.20. В результате проведенных структурных исследований было установлено:

1) в Приморском крае на распространение БОД сильное негативное влияние оказывают климатические условия в совокупности с загрязнением воздуха, которое еще более усугубляет неблагоприятное

Таблица 4.20

**Корреляционные сочетания (плеяды Терентьева) в структуре воздействия
климата и загрязнения воздуха на заболеваемость БОД
в Приморском крае**

Корреляционные сочетания		Коэффициент корреляции R
БОД дети	БОД подростки	0,39
БОД дети	Температура воздуха	0,26
БОД дети	скорость ветра	0,25
БОД дети	Общий выброс в воздух	0,25
БОД дети	SO ₂	0,28
БОД дети	NO _x	0,20
БОД подростки	Температура воздуха	0,24
БОД подростки	Количество пасмурных дней	0,24
БОД подростки	Oс≥1	-0,20
БОД взрослые	Температура воздуха	0,18
БОД взрослые	Oс≥1	-0,17
Температура	Влажность	-0,49
Температура	Количество пасмурных дней	0,40
Температура	Скорость ветра	0,36
Температура	Oс≥1	-0,52
Температура	SO ₂	0,28
Влажность	Количество пасмурных дней	-0,35
Влажность	Скорость ветра	-0,30
Влажность	Oс≥1	0,27
Влажность	Количество дней с туманами	-0,22
Влажность	CO	0,37
Количество ясных дней	Количество пасмурных дней	-0,42
Количество ясных дней	Скорость ветра	-0,54
Количество ясных дней	Количество дней с туманами	-0,28
Количество ясных дней	CO	0,27
Количество ясных дней	NO _x	-0,28
Количество пасмурных дней	Общий выброс в воздух	-0,38
Количество пасмурных дней	Скорость ветра	0,30
Количество пасмурных дней	Пылевые выбросы	-0,35

Количество пасмурных дней	CO	-0,44
Скорость ветра	Oc $\geq$ 1	-0,26
Скорость ветра	Туман	0,40
Скорость ветра	Общий выброс в воздух	0,49
Скорость ветра	Пылевые выбросы	0,36
Скорость ветра	SO ₂	0,67
Скорость ветра	NO _x	0,66
Количество дней с туманами	SO ₂	0,30
Общий выброс в воздух	Пылевые выбросы	0,93
Общий выброс в воздух	SO ₂	0,91
Общий выброс в воздух	CO	0,60
Общий выброс в воздух	NO _x	0,87
Пылевые выбросы	SO ₂	0,76
Пылевые выбросы	CO	0,50
Пылевые выбросы	NO _x	0,76
SO ₂	CO	0,35
SO ₂	NO _x	0,90
CO	NO _x	0,35

воздействие окружающей среды;

2) заболеваемость БОД во всех возрастных группах населения происходит за счет нарушения теплообмена (K₁);

3) заболеваемость органов дыхания у детей развивается под влиянием синергизма взаимоотношений климатических и техногенных факторов;

4) БОД развиваются от непосредственного воздействия разовых выбросов в атмосферу SO₂, NO_x.

Для уточнения территориальной (локальной) направленности и силы воздействия в процессе исследования было использовано второе начало термодинамики (закон энтропии). Были проведены дополнительные расчеты методом информационно-энтропийного анализа состояния взаимоотношений в системе «здоровье–среда» для каждого населенного пункта в отдельности (32 объекта).

В качестве базы данных использовались климатические, техногенные показатели и заболеваемость БОД у населения Приморского края. В качестве оценивающего показателя был взят $R\%$ (коэффициент избыточности). По каждому населенному пункту в распространении БОД степенной тренд установил территориальную тенденцию устойчивого влияния климатических и экологических факторов в крае (рис. 4.10).

Рис. 4.10. Сила воздействия климата и загрязнения воздуха на заболеваемость БОД в Приморском крае.

Примечание. Пунктирная линия тренда – загрязнения воздуха. Населенные пункты: 1 – Анучинский р-н; 2 – г. Арсеньев; 3 – г. Дальнереченск; 4 – Кировский р-н; 5 – Красноармейский р-н; 6 – г. Лезозаводск; 7 – Михайловский р-н; 8 – Октябрьский р-н; 9 – Пограничный р-н; 10 – Пожарский р-н; 11 – г. Спасск; 12 – Спасский р-н; 13 – Ханкайский р-н; 14 – Хорольский р-н; 15 – Черниговский р-н; 16 – Чугуевский р-н; 17 – Яковлевский р-н; 18 – г. Артем; 19 – г. Дальнегорск; 20 – пос. Кавалерово; 21 – Лазовский р-н; 22 – Надеждинский р-н; 23 – г. Партизанск; 24 – Партизанский р-н; 25 – г. Уссурийск; 26 – Уссурийский р-н; 27 – г. Большой Камень; 28 – г. Владивосток; 29 – г. Находка; 30 – Ольгинский р-н; 31 – Тернейский р-н; 32 – г. Фокино

У детей заболевания органов дыхания в целом по краю формируются под мощным влиянием климата. Подростки и взрослые на локальном уровне (населенные пункты) находятся под большим экологическим прессингом (рис. 4.10).

Таким образом, проведенные исследования развития и распространения эколого-зависимых заболеваний на популяционном уровне показали четкую структурную иерархию. На верхнем уровне находятся устойчивые процессы воздействия (для БОД – климатические), которые непосредственно регулярно действуют на организм человека с негативным эффектом, на следующем уровне – факторы загрязнения, неустойчивые во времени и интенсивности воздействия, но мощные по степени патогенного влияния на человека. В сочетании обоих уровней и степени патогенности воздействующих факторов формируется уровень популяционной заболеваемости. На локальном уровне преобладание техногенного загрязнения указывает на значимость в развитии заболеваний органов дыхания разовых выбросов.

4.2. Определение экологической зависимости заболеваний мочевыделительной системы

4.2.1. Зависимость заболеваемости мочевыделительной системы от качественного состояния питьевого ресурса в Приморском крае

Несмотря на то, что легкие и почки, генетически детерминированные органы, имеющие функциональную связь, доминантное воздействие на формирование экологической зависимости заболеваний МВС принадлежит качеству питьевой воды, которое формируется качеством подземных и поверхностных вод в Приморском крае.

Для установления зависимости распространения заболеваний мочевыделительной системы (МВС) от качества водных ресурсов края применялись различные методы многомерного анализа (корреляционной связи, множественной регрессии).

Однако использование таких методов несколько ограничено, так как они требуют соблюдения определенных условий, в частности линейности и метричности. Для анализа величины меры связи, элементов сопряженности при любом произвольном множестве факторов предпочтителен информационно-энтропийный анализ с использованием методов теории вероятности (Теория информации..., 1974). Используется характеристика информационного анализа $R \%$, т.е. коэффициент избыточности, который характеризует долю информации, содержащуюся в сообщении, обеспечивая надежность системы. Иными словами, он указывает на резервы системы. Чем выше коэффициент $R \%$, тем система имеет наибольшие возможности снижать негативное воздействие факторов среды на человека и наоборот.

Определение экологической зависимости заболеваний МВС от качества питьевой воды включало решение нескольких задач:

- выделение основных химических компонентов питьевой воды, имеющих наибольшее воздействие на мочевыделительную систему (корреляционная связь);
- определение уровня негативного воздействия качественного состояния воды на формирование заболеваний МВС в Приморском крае (информационно-энтропийный анализ);
- установление территориальных особенностей воздействия качества питьевой воды на формирование заболеваний мочевыделительной системы у взрослых, подростков, детей в крупных промышленных городах Приморья (регрессионный анализ).

Решение первой задачи базировалось на применении корреляционного анализа химических компонентов воды и заболеваемости болезнями МВС у взрослых, подростков и детей. Для этого рассматривалась парная корреляция с положительным знаком $>0,3$. Были отобраны следующие химические компоненты: взрослые больше реагируют на колебания в значениях PH , сух. ост., Cl , SO_4 , $Fe_{общ.}$, $Na + K$, Pb ; подростки - общ. жест., сух. ост., цветн. гр., Cl , SO_4 , $Fe_{общ.}$, $Na + K$, Ca , Mg и дети - PH , сух. ост., Cl , SO_4 , $Fe_{общ.}$, $Na + K$, Ca , Pb (табл. 4.23).

Определение уровня негативного воздействия химических компонентов в питьевой воде на МВС решалось с помощью информационно–энтропийного анализа. Использовались основные информационные характеристики, позволившие учесть вероятностное влияние отдельных компонентов питьевой воды в сложной зависимости от показателей заболеваемости болезнями мочевыделительной системы. Построение модели решения данной задачи базировалось на основе понятия безусловной энтропии результирующего фактора H_y (в данном случае заболеваемость болезнями МВС) и условной энтропии зависимости y от x $H(y/x)$ с использованием байесовского подхода. H_y – это определенный уровень дезорганизации системы результирующего показателя (заболеваемость болезнями МВС), а $H(y/x)$ – зависимость заболевания от влияния качества воды. Разница между H_y и $H(y/x)$ показала на степень непосредственного влияния фактора среды (в данном случае химических компонентов воды) на уровень заболеваемости болезнями МВС. Определив процентное соотношение влияния отдельных химических компонентов питьевой воды и общей суммы расчетной энтропии, мы установили степень негативного воздействия выбранных факторов на данную заболеваемость в % (табл. 4.21). Анализ данных приведенных в табл. 4.21, показал широкое использование питьевой воды населением Приморского края не только из водохранилищ. Уровень влияния качества воды на заболеваемость болезнями мочевыделительной системы небольшой: у взрослых – 12,3 %; у подростков – 19,3 %; у детей – 13,1 %. Действие неучтенных факторов (использование для питья подземных вод, техническое состояние водопровода, социальные факторы, простудные заболевания, генетические особенности организма и др.) у взрослых, подростков, детей соответственно составляет 87,7 %, 80,7 %, 86,9 %. Основными химическими компонентами, содержащимися в воде, оказывающими наибольшее воздействие на мочевыделительную систему организма, являются: PH , Cl , SO_4 , $\text{Na}+\text{K}$, Ca , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, сух. ост. и др.

Нужно заметить, что на заболеваемость данной патологией у подростков добавляется еще воздействие «общ. жест. воды», «цвет. гр.», Mg. Кроме этого, согласно таблице, уровень влияния химических компонентов у подростков выше, чем у детей и взрослых. Возможно, это связано с физиологическими особенностями подросткового возраста.

Таблица 4.21

**Общее негативное влияние химических компонентов в питьевой воде
на заболеваемость болезнями мочевыделительной системы
в Приморском крае (в %)**

Взрослые		Подростки		Дети	
Факторы воздействия	Уровень негативного воздействия	Факторы воздействия	Уровень негативного воздействия	Факторы воздействия	Уровень негативного воздействия
pH	0,6	Общ. жест.	2	pH	0,7
Сухой остаток	2,1	Сухой остаток	1,3	Сухой остаток	1,9
Cl	1,9	Cl	2,8	Cl	1,4
SO ₄	1,9	SO ₄	1,5	SO ₄	2,3
Fe _{общ.}	1,9	Fe _{общ.}	3,1	Fe _{общ.}	1,3
Na+K	2,4	Цветн. гр.	2,8	Na+K	1,4
Pb	1,5	Na+K	2,7	Ca	2,5
		Ca	1,1	Pb	1,6
		Mg	2		
Общее воздействие	12,3	Общее воздействие	19,3	Общее воздействие	13,1
Неучтенное воздействие	87,7	Неучтенное воздействие	80,7	Неучтенное воздействие	86,9

Однако информационно-энтропийный анализ позволил нам установить лишь тенденцию воздействия факторов среды на заболеваемость МВС. Чтобы установить статистическую значимость воздействия факторов среды нами был проведен многомерный анализ множественной регрессии.

Определена зависимость заболеваемости болезнями МВС от состава подземных вод, качества питьевой воды и загрязнения поверхностных вод промышленными и бытовыми стоками (табл. 4.22–4.24).

Таблица 4.22

**Регрессионная связь заболеваемости мочевыделительной системы
с составом подземных вод**

Составляющие параметры уравнения множественной регрессии	Параметры уравнения регрессии					
	Дети		Подростки		Взрослые	
	R=0,46; p=0,1		R=0,39; p=0,3		R=0,2; p=0,9	
	В	p-уров.	В	p-уров.	В	p-уров.
Св. член	4091,14	0,00	8279,24	0,00	9450,73	0,00
SO ₄	12,92	0,41	-13,97	0,69	-14,77	0,72
pH	-12,67	0,63	-104,65	0,08	3,17	0,96
сух. ост. г/л	15,65	0,66	127,70	0,11	32,82	0,73
М г/л	-2,11	0,52	-5,00	0,50	-2,51	0,77
CO ₂ г/л	-10,06	0,04	-10,61	0,34	0,18	0,99
запах	10,29	0,51	51,74	0,14	-19,24	0,64

Таблица 4.23

**Регрессионная зависимость заболеваемости мочевыделительной системы
от качества питьевых вод**

Составляющие параметры уравнения множественной регрессии	Параметры уравнения регрессии					
	Дети		Подростки		Взрослые	
	R=0,39; p=0,0005		R=0,2; p=0,5		R=0,32; p=0,01	
	В	p-уров.	В	p-уров.	В	p-уров.
Св. член	5038,76	0,00	8933,64	0,00	7478,17	0,00
Химический состав децентрализованных питьевых вод	27,16	0,02	24,35	0,31	1,63	0,92
Химический состав централизованных питьевых вод	18,93	0,10	19,61	0,40	46,91	0,01

Окончание таблицы 4.23

Химический состав в разводящей водопроводной сети	2,42	0,81	-4,06	0,85	14,38	0,34
Химический состав воды в водоемах 1-й категории	-45,02	0,00	-27,17	0,31	-17,41	0,37

Таблица 4.24

Регрессионная зависимость заболеваемости мочевыделительной системы от загрязнения поверхностных вод промышленными и бытовыми стоками

Составляющие параметры уравнения множественной регрессии	Параметры уравнения регрессии					
	Дети		Подростки		Взрослые	
	R=0,34; p=0,07		R=0,27; p=0,3		R=0,28; p=0,2	
	В	p-уров.	В	p-уров.	В	p-уров.
Св. член	3783,83	0,00	11818,61	0,00	8078,46	0,00
БПК5	-0,51	0,41	-18,24	0,04	-0,43	0,71
Нефтепродукты	2,78	0,70	-122,60	0,24	10,13	0,47
Хлориды	0,00	0,22	-0,01	0,16	0,00	0,55
Азот аммоний-ный общий	0,00	0,57	0,17	0,02	0,00	0,75
Фосфор	0,07	0,06	-0,16	0,76	0,08	0,26
Железо	0,00	0,76	0,22	0,35	-0,03	0,28

В результате наиболее значимое воздействие химических компонентов подземных вод на МВС детей оказывает CO_2 ($p=0,04$). Особенно сильно реагирует население края (дети, взрослые) на химический состав питьевых вод ($p=0,0005$; $0,01$).

Косвенно влияет загрязнение поверхностных вод промышленными и бытовыми стоками. Важным этапом оценки степени экологической зависимости явилось определение эпидемиологического и экологических рисков распространения заболеваний мочевыделительной системы.

При расчете эпидемиологического риска использовались показатели уровня заболеваемости МВС и численности населения (популяция) (Оценка эпидемиологического риска..., 1999). В основу брались многолетние данные (1990–2016 гг.) заболеваемости болезнями МВС, численности населения края, а также объемы техногенных выбросов в поверхностные воды по 10 населенным пунктам (Государственный доклад..., 2000, 2009, 2017). Устанавливалась степень риска развития заболеваний МВС. Как правило, повышенный риск отмечается в экологически неблагоприятных районах края, причем у подростков и детей этот риск наиболее высокий.

При расчете экологического риска сравнивали уровень заболеваемости болезнями мочевыделительной системы в различных возрастных группах населения (общая заболеваемость, нефрит, нефротический синдром, нефроз, инфекция почек, камни почек и мочеточников) и качественное состояние поверхностных и подземных вод края, находящихся в различных природных, хозяйственно-производственных и экологических условиях (табл. 4.25).

Методология исследования заключалась в сравнительном анализе эпидемиологического и экологического рисков заболеваемости болезнями МВС в крупных, наиболее загрязненных городах Приморского края. Анализ соотношения эпидемиологического риска с экологическим (качество питьевой воды) показал сложную проблему водоснабжения, которая вызвала потенциальную возможность распространения заболеваний МВС в крае. Эпидемиологический риск подразумевает скрытый набор различных причин (медицинское обслуживание, характер питания, социально-демографические и др.) влияния на заболеваемость болезнями МВС, экологический риск, наоборот, четко очерчивает негативное воздействие качества поверхностных вод на данную патологию. В том случае, когда экологический риск превышает эпидемиологический, можно говорить о значимом воздействии некондиционных вод. Если эпидемиологический риск выше экологического, можно предположить, что на заболеваемость болезнями МВС

в основном влияют социальные, демографические и экономические причины (табл. 4.25).

При всей сложности проблем в большинстве городов края экологический риск ниже эпидемиологического (табл. 4.25).

Таблица 4.25

Соотношение эпидемиологического и экологического рисков распространения заболеваний мочевыделительной системы у детей, подростков и взрослых в городах Приморского края

Города	Эпиде- миоло- гиче- ский риск	Эколо- гиче- ский риск	Эпиде- миоло- гиче- ский риск	Эколо- гиче- ский риск	Эпиде- миоло- гиче- ский риск	Эколо- гиче- ский риск
	Дети		Подростки		Взрослые	
Общая заболеваемость МВС						
Владивосток	16,89	38,48	9,30	30,40	25,19	42,54
Артем	0,87	0,37	1,46	0,28	2,35	0,61
Арсеньев	0,38	-0,16	0,75	-0,14	-0,29	0,03
Дальнегорск	-0,09	0,80	-0,33	0,62	0,30	1,09
Дальнереченск	-0,29	-0,79	-0,31	-0,64	0,17	-0,66
Лесозаводск	-0,71	-0,66	-0,08	-0,53	-0,36	-0,51
Находка	2,16	2,04	0,97	1,60	2,17	2,45
Партизанск	0,43	0,46	0,04	0,35	0,40	0,72
Спасск- Дальний	0,70	-0,19	0,33	-0,16	-0,20	0,00
Уссурийск	2,58	1,03	2,82	0,80	3,07	1,34
Инфекционные заболевания почек						
Владивосток	15,40	34,18	11,08	30,68	47,56	38,84
Артем	1,15	0,41	1,39	0,28	6,29	0,40
Арсеньев	-0,47	-0,06	1,13	-0,14	-0,43	-0,14
Дальнегорск	0,23	0,79	-0,42	0,62	-0,31	0,83
Дальнереченск	0,17	-0,62	-0,24	-0,64	1,85	-0,77
Лесозаводск	-0,24	-0,50	0,14	-0,54	-0,24	-0,64
Находка	1,94	1,89	1,37	1,61	4,58	2,08

Партизанск	0,84	0,49	0,06	0,36	0,10	0,49
Спасск-Дальний	1,38	-0,09	0,78	-0,17	0,22	-0,17
Уссурийск	3,05	1,00	3,88	0,81	9,34	1,07
Нефриты						
Владивосток	18,83	32,94	5,11	22,13	15,63	26,39
Артем	0,23	0,19	2,48	0,01	0,98	0,14
Арсеньев	6,23	-0,26	-0,03	-0,30	-0,18	-0,23
Дальнегорск	0,51	0,56	-0,25	0,26	0,86	0,43
Дальнереченск	-0,15	-0,80	-0,18	-0,67	-0,42	-0,66
Лесозаводск	-0,41	-0,69	-0,22	-0,59	-0,28	-0,57
Находка	4,57	1,63	0,31	0,98	2,06	1,29
Партизанск	0,50	0,28	0,08	0,06	1,38	0,20
Спасск-Дальний	-0,46	-0,29	-0,59	-0,32	-0,09	-0,25
Уссурийск	1,74	0,76	0,76	0,39	0,75	0,59
Камни почек						
Владивосток	нет	нет	8,28	18,63	33,61	34,03
Артем	нет	нет	1,75	0,02	2,20	0,39
Арсеньев	нет	нет	0,46	-0,24	0,27	-0,08
Дальнегорск	нет	нет	1,51	0,23	1,85	0,77
Дальнереченск	нет	нет	0,11	-0,54	-0,31	-0,63
Лесозаводск	нет	нет	-0,14	-0,48	-0,11	-0,51
Находка	нет	нет	0,60	0,84	3,04	1,86
Партизанск	нет	нет	0,71	0,07	1,70	0,47
Спасск-Дальний	нет	нет	-0,33	-0,25	-0,07	-0,10
Уссурийск	нет	нет	0,41	0,35	1,69	0,98

Это означает, что экологические факторы не везде имеют приоритетное негативное воздействие на формирование заболеваний МВС. То есть распространение заболеваний МВС имеет социальные причины. Четкая экологическая зависимость отмечена только в трех городах края – Дальнегорске, Партизанске и Находке. В г. Находка эти различия небольшие и характерны только для некоторых возрастных

групп (взрослые и подростки). Возможно, это объясняется тем, что в Дальнегорске и Партизанске класс вредности предприятий самый высокий (1-й, 2-й кл.), в Находке – он ниже (3-й, 5-й кл.). Однако в Находке объем и портовая специфика техногенных выбросов создают определенные нагрузки на заболеваемость болезнями МВС.

Сложнейшая ситуация складывается в г. Владивосток, где эпидемиологический и экологический риски превышают все допустимые нормы ($W > 3$) и достигают порой до $W = 60$. А если учесть тенденцию снижения в последние годы качества среды обитания человека, то проблема эффективной и технологичной очистки воды в городе должна стать первостепенной.

Сравнение эпидемиологического и экологического рисков по отдельным нозологиям МВС показало, что в Дальнегорске и Партизанске загрязнение воды особенно влияет на увеличение уровня заболеваемости инфекционными патологиями почек у подростков и взрослых. В г. Находка прослеживается аналогичная ситуация у подростков, но в меньших масштабах. Осложнена ситуация у подростков также по нефриту (Дальнегорск и Находка). Заболевания, связанные с наличием камней в почках, не показали зависимости от загрязнения воды.

На базе расчета эпидемиологического и экологического рисков проводилось определение региональных фоновых и пороговых уровней заболеваемости (Оценка эпидемиологического риска..., 1999; Качество питьевой воды..., 2001; Веремчук и др., 2002). Сравнение фоновых и пороговых уровней воздействия показало устойчивое превышение экологического уровня во всех возрастных группах населения. Это говорит о том, что уровень загрязнения водоисточников за 1990–2000 настолько велик, что может вызвать достаточно высокий уровень заболеваемости МВС (до 2000 чел. на 100000 населения).

Особенно характерна данная ситуация для взрослых и детей, где амплитуда колебания указанных уровней значительна (рис. 4.11). Колебания фоновой и пороговой заболеваемости у подростков находятся в несколько иной зависимости, вызванной, возможно, характерными

особенностями возраста. Все это указывает на достаточно сильную региональную зависимость формирования заболеваний МВС от экологических проблем в крае.

Рис. 4.11. Фоновые и пороговые уровни заболеваемости болезнями мочевыделительной системы в Приморском крае на популяционном и экологическом уровне

В свою очередь санитарно-гигиенические и оздоровительные мероприятия, проводимая очистка вод (90 %) (Доклад о состоянии..., 1992, 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001; Государственный доклад..., 2000) во многих городах края не позволяют экологическому фактору становиться определяющим в формировании заболеваемости МВС.

Таким образом, проведенные исследования по распространению заболеваемости болезнями мочевыделительной системы в промышленных центрах Приморского края показали:

- экологическое состояние питьевого водоснабжения в городах Приморского края вызывает серьезные опасения для здоровья человека в целом и в частности на заболеваемость болезнями МВС;
- при различии социальных, природных условий, специфики и объемов выброса загрязняющих веществ региональные экологические фоновые и пороговые уровни заболеваемости болезнями МВС в крае превышают эпидемиологические показатели;
- достаточно высокую зависимость распространения заболеваний МВС от загрязнения поверхностных вод имеют города Дальнегорск и Партизанск, где класс (1-й, 2-й) вредности предприятий угольной, химической промышленности, цветной металлургии наиболее высок;
- явная экологическая зависимость заболеваемости болезнями МВС отмечена в портовых городах Находка и Владивосток, где наиболее высок объем специфичных техногенных выбросов как в поверхностные воды, так и в атмосферу.

Для определения региональных особенностей экологической зависимости распространения заболеваний МВС для всей территории края, включая сельскую местность с малыми техногенными нагрузками, нами был проведен расчет условной энтропии зависимости заболеваемости от факторов среды.

Для анализа использовалась расчетная единица энтропии ($R\%$) и степенные тренды, с помощью которых мы установили тенденцию приоритетного негативного воздействия на МВС сточных вод, качества водоснабжения и подземных вод. Степенные тренды нами использовались в связи с отсутствием в некоторых районах мониторинговых данных по качественному составу питьевых вод.

В результате у взрослых, подростков и детей в сельских районах края формирование заболеваний МВС происходит, в первую очередь, под влиянием подземных вод, которые определяют качество водоснабжения. Влияние сточных вод, в основном в сельских районах, минимально (рис. 4.12).

Рис. 4.12. Сопоставимость степени влияния компонентов потребляемой пресной воды в формировании заболеваний мочевыделительной системы у населения Приморского края в разных возрастных группах.

Примечание: населенные пункты: 1 – г. Арсеньев; 2 – г. Владивосток; 3 – г. Находка; 4 – г. Артем; 5 – г. Партизанск; 6 – г. Дальнереченск; 7 – г. Лесозаводск; 8 – г. Уссурийск; 9 – г. Дальнегорск; 10 – г. Спасск-Дальний; 11 – Кировский р-н; 12 – Хорольский р-н; 13 – Пожарский р-н; 14 – Красноармейский р-н; 15 – Михайловский р-н; 16 – Хасанский р-н; 17 – Кавалеровский р-н; 18 – Надеждинский р-н; 19 – Спасский р-н; 20 – Шкотовский р-н; 21 – пос. Фокино; 22 – Октябрьский р-н; 23 – Пограничный р-н; 24 – Черниговский р-н

С раком почек картина несколько иная: даже небольшое загрязнение сельских регионов сточными водами повышает риск формирования этого заболевания (рис. 4.13).

Рис. 4.13. Сопоставимость степени влияния компонентов потребляемой пресной воды на формирование рака почек.

Примечание: населенные пункты: 1 – г. Арсеньев; 2 – г. Владивосток; 3 – г. Находка; 4 – г. Артем; 5 – г. Партизанск; 6 – г. Дальнереченск; 7 – г. Лесозаводск; 8 – г. Уссурийск; 9 – г. Дальнегорск; 10 – г. Спасск-Дальний; 11 – Кировский р-н; 12 – Хорольский р-н; 13 – Пожарский р-н; 14 – Красноармейский р-н; 15 – Михайловский р-н; 16 – Хасанский р-н; 17 – Кавалеровский р-н; 18 – Надеждинский р-н; 19 – Спасский р-н; 20 – Шкотовский р-н; 21 – пос. Фокино; 22 – Октябрьский р-н; 23 – Пограничный р-н; 24 – Черниговский р-н

4.2.2. Структура воздействия качества воды на эколого-зависимую заболеваемость мочевыделительной системы

Следующим этапом исследования явилось определение структуры воздействия сложной системы водоснабжения в формировании болезней мочевыделительной системы.

Базовая матрица содержала 117 предикторов (качество подземных питьевых вод – 58 показателей, загрязнение сточных вод – 41 и санитарно-химический и микробиологический состав питьевых вод – 18 показателей). Проведенная редукция образовала блоки с относительно равным количеством факторов (загрязнение сточных вод – 18, качество подземных питьевых вод – 20, санитарно-химическое и микробиологическое качество потребляемой воды – 18). С использованием канонического веса каждого входящего в блок фактора была проведена сортировка оставшихся после редукции факторов по величине индивидуального веса.

Наибольшие веса получили 15 показателей (*загрязнение сточных вод* – БПК-5, нефтепродукты, взвешенные в-ва, хлориды, азот, фосфор, железо; *подземные питьевые воды* – рН, сухой остаток, минерализация, CO₂, запах; *качество потребляемой питьевой воды* – санитарно-химический состав скважин и колодцев, санитарно-химический состав централизованного водоснабжения, санитарно-химический состав разводящей водопроводной сети, санитарно-химический состав водоемов 1-й категории с уровнем значимости $P < 0,05$).

Выделение наиболее сильных воздействий блоков факторов среды на заболеваемость проводилось в программе STATISTICA–6 каноническим анализом зависимостей между списками переменных (блоки факторов). Согласно величине R были установлены ранги воздействия, где первый ранг означал сильную связь, а третий – слабую (табл. 4.26).

В результате по силе воздействия на первое место вышел блок факторов, связанный с загрязнением поверхностных вод промышленными и бытовыми стоками, а санитарно-химический и микробиологический состав потребляемой воды оказался менее коррелирован с человеком. Однако понятно, что человек не употребляет грязную воду стоков, следовательно, цепочка зависимости человека и среды (в данном случае заболеваемости МВС и качества воды) является намного сложнее.

Таблица 4.26

Каноническая зависимость заболеваемости болезнями мочевыделительной системы от факторов окружающей среды в Приморском крае

Заболеваемость болезнями мочевыделительной системы (все группы населения)				
Системные факторы	Ранг воздействия	R	χ^2	P
Загрязнение поверхностных вод промышленными и бытовыми стоками	1	0,56	183,5	<0,01
Санитарно-химический и микробиологический состав потребляемой воды	3	0,2	22,7	0,03
Качество подземных питьевых вод	2	0,45	116,7	<0,01

Поэтому аналогично бронхолегочной патологии был проведен корреляционный анализ плеяд Терентьева. Расчеты сочетания МВС с качеством воды выделили три плеяды (рис. 4.14). **Первая плеяда** (загрязнение сточных вод) имеет следующие характеристики: $G = 8$; $G/k = 0,5$; $D = 0,75$; $\Pi = 9,1 \%$; $P < 0,05$; **вторая плеяда** (качество подземных вод) – $G = 5$; $G/k = 0,31$; $D = 0,61$; $\Pi = 20,2 \%$; $P < 0,05$; и **третья плеяда** (питьевое водоснабжение) – $G = 3$; $G/k = 0,2$; $D = 0,4$; $P < 0,05$.

Анализ мощности плеяд подтвердил каноническую зависимость: наиболее сильная плеяда – загрязнение сточных вод, затем качество подземных вод и далее показатели питьевого водоснабжения. Но согласно межсистемной зависимости, именно в такой очередности и происходит воздействие блочных структур друг на друга. Иными словами, сточные воды загрязняют подземные, а подземные воды определяют качество питьевых вод. Нужно заметить (по «головным связям»), что плеяда «сточных вод» настолько сильно влияет на всю структуру поочередной зависимости, что любые колебания в объемах выброса химических компонентов в сточные воды косвенно отражаются на уровне заболеваемости у взрослых и детей. По возрастным группам влияние качества воды на заболеваемость различается.

Так, у подростков оно или отсутствует, или очень слабое ($r < 0,2$).

Рис. 4.14. Структура влияния качества воды на заболеваемость болезнями мочевыделительной системы населения Приморского края.

Примечание: МВС – мочевыделительная система у детей, подростков и взрослых; загрязнение сточных вод (C11 – БПК-5; C12 – нефтепродукты; C3 – взвешенные в-ва; C15 – хлориды; C16 – азот; C21 – фосфор; C23 – железо); подземные питьевые воды (П25 – рН; П28 – сухой остаток; П29 – минерализация; П30 – CO₂; П36 – запах); качество потребляемой питьевой воды (B1 – санитарно-химический состав скважин и колодцев; B3 – санитарно-химический состав централизованного водоснабжения; B5 – санитарно-химический состав разводной водопроводной сети; B7 – санитарно-химический состав водоемов I-й категории).

Имеется зависимость между детской и подростковой заболеваемостью, которая указывает, что заболевшие дети продолжают болеть и в подростковом возрасте. Подробно корреляционные связи отражены в табл. 4.27 и рис. 4.14. В результате анализ с помощью плеяд Терентьева по группам населения и с учетом внутри- и межсистемных связей показал: влияние окружающей среды на формирование заболеваний

Таблица 4.27

**Корреляционные сочетания и коэффициенты корреляции (R) в структуре
воздействия качества воды на заболеваемость болезнями
мочевыделительной системы**

КС		КК®	КС		КК®	КС		КК®
МВС подростки	МВС дети	0,16	с11	с12	0,84	с21	с23	0,95
МВС подростки	МВС взрослые	0,14	с11	с15	0,76	с21	в5	0,32
МВС дети	с12	0,26	с11	с16	0,94	с23	в5	0,36
МВС дети	с15	0,27	с11	с21	0,95	в1	в3	0,47
МВС дети	с21	0,23	с11	с23	0,90	в1	в5	0,36
МВС дети	с23	0,26	с11	в5	0,35	в3	в5	0,36
МВС дети	в1	0,44	с12	с15	0,69	в5	п28	0,56
МВС дети	в3	0,26	с12	с16	0,82	в5	п29	0,55
МВС дети	п30	-0,25	с12	с21	0,84	п25	п28	0,77
МВС взрослые	с11	0,24	с12	с23	0,92	п25	п29	0,44
МВС взрослые	с16	0,24	с12	в5	0,33	п25	п30	0,58
МВС взрослые	с21	0,24	с15	с16	0,84	п25	п36	0,70
МВС взрослые	в3	0,32	с15	с21	0,79	п25	Рак почек	-0,23
МВС взрослые	в5	0,22	с15	с23	0,75	п28	пв29	0,79
МВС взрослые	МВС дети	0,36	с15	в5	0,35	п28	п30	0,56
с3	с11	0,90	с15	п28	0,49	п28	п36	0,60
с3	с12	1,00	с16	с21	0,97	п29	п30	0,37
с3	с15	0,87	с16	с23	0,91	п29	п36	0,74
с3	с16	0,86	с16	в5	0,36	п30	п36	0,57
с3	с21	0,93	с16	с12	0,82	п36	в7	0,74
с3	с23	0,99						

Примечание: в заголовках столбцов КС - корреляционные сочетания; КК® - коэффициент корреляции ®.

мочевыделительной системы происходит по цепочке зависимости от загрязнения стоков, через качество подземных вод и в конце концов от качества водоснабжения (рис. 4.14).

Таким образом, частные исследования установили основную тенденцию в структуре причинно-следственных зависимостей заболеваемости болезнями МВС у населения Приморского края от качества потребляемой воды на первом уровне, затем от качества подземных вод (второй уровень) и общего сильного воздействия на предыдущие воды сточных выбросов. Уточним, что развитие заболеваний МВС зависит от качества потребляемой воды только у детей и взрослых, причем определяется санитарно-химическим состоянием как водопроводной, так и воды из скважин и колодцев.

4.2.3. Структура воздействия внешней среды на сочетанную заболеваемость бронхолегочной и мочевыделительной систем

В экологически неблагоприятных районах края с высоким уровнем загрязнения воздуха и воды, неблагоприятным климатом, фиксируются группы больных с сочетанной патологией бронхолегочной и мочевыделительной систем. Поэтому в задачу наших исследований входило установление экологической зависимости сочетанной патологии (Кику и др., 2003). В качестве базы данных были использованы статистические данные по заболеваемости БОД и МВС для детей, подростков и взрослых Приморского края за период 1990 – 2016 гг. Этот период взят в связи со сложной экологической и социально-экономической обстановкой в стране, связанной с глубоким политическим кризисом, который максимально отразился на здоровье населения края (Доклад о состоянии..., 1993, 1994, 1996, 1997, 2000, 2001; Государственный доклад..., 2000, 2009, 2017). Показатели загрязнения воздуха, воды и почв соответствовали статистическим материалам Приморского гидрометеорологического института и Государственного комитета по охране окружающей среды Приморского края 1990 - 2016 г.

Первоначальная база данных имела вид 205×498 . Редукция проводилась также в несколько этапов, которые сократили число переменных до 91 и были разбиты на шесть относительно равных по количеству показателей блоков (естественная природная среда – 15 переменных, загрязнение воздуха – 15, загрязнение сточных вод – 18, качество подземных питьевых вод – 20, санитарно-химическое и микробиологическое качество потребляемой воды – 8 и загрязнение почв – 11 переменных). Проведенный канонический анализ между блоками показал следующие результаты (табл. 4.28).

Анализ таблицы 4.28 подтвердил приоритеты зависимости заболеваемости болезнями органов дыхания от загрязнения воздуха ($R=0,63$), а МВС – от качества воды. Однако данный анализ не показал специфики воздействия. Определение структуры и механизма межсистемных (человек – среда), межфакторных (факторы внутри блока) и других воздействий среды на сочетанную патологию (БОД и МВС) по группам населения края явилось главной идеей данной работы. Она заключалась в нахождении единых факторов или групп факторов воздействия окружающей среды на заболеваемость обеих патологий. Нами вновь был применен метод П.В. Терентьева (Ростова, 2002), позволивший *наглядно* проследить направленность, интенсивность и силу воздействия отдельных факторов среды и их блоков на заболеваемость болезнями органов дыхания и МВС в крае. В результате два вида заболеваемости (БОД и МВС) образовали две плеяды, две цепи зависимостей, замыкающиеся на этих плеядах и две одиночные «головные» зависимости. «Головными» зависимостями мы называли непосредственные связи заболеваемости с показателями окружающей среды (рис. 4.15). Исходя из того, что *межсистемные* связи (человек – среда), как правило, слабо коррелированы (Веремчук, 2013; Кику, 2014), пороговым значением для «головных» зависимостей был принят коэффициент $r_0 > 0,2$, который формировал последовательность подграфов, принимаемых в качестве «плеяд». Для *межфакторных* зависимостей внутри каждой системы (зависимости между признаками среды)

принимался высокий порог ($r_0 > 0,5$), так как внутри системы признаки достаточно детерминированы между собой.

Таблица 4.28

**Каноническая зависимость заболеваемости органов дыхания
и мочевыделительной системы от факторов
окружающей среды в Приморском крае**

Блоки факторов	Заболеваемость органов дыхания (все группы населения)				Заболеваемость мочевыделительной системы (все группы населения)			
	<i>Ранг воз- дей- ствия</i>	<i>R</i>	χ^2	<i>P</i>	<i>Ранг воз- дей- ствия</i>	<i>R</i>	χ^2	<i>P</i>
Загрязнение воздуха	1	0,63	237,4	<0,01	–	–	–	–
Загрязнение сточных вод	3	0,36	87,1	<0,05	1	0,56	183,5	<0,01
Санитарно-хими- ческий и микробиологи- ческий состав потребляемой воды	–	–	–	–	3	0,2	22,7	0,03
Качество подземных питьевых вод	2	0,34	102,3	<0,01	2	0,45	116,7	<0,01

В результате **первая плеяда** имела мощность $G = 9$; относительную мощность $G/k = 0,38$ (k – общее число 24 исследуемых признаков); крепость плеяды $D = 0,89$, полнота взаимосвязей $\Pi = 0,88$ (максимальное количество показателей $\sum(G-G!) = 36$ и фактическое – $S = 32$); уровень значимости $P < 0,05$. **Вторая плеяда** $G = 6$; $G/k = 0,25$; $D = 0,69$; $\Pi = 0,47$ (максимальное количество показателей $\sum(G-G!) = 15$ и фактическое – $S = 7$); $P < 0,05$ (Рис. 4.15).

Рис. 4.15. Структура зависимости сочетанной заболеваемости болезнями органов дыхания и МВС от факторов окружающей среды.

Примечание. МВС – мочевыделительная система; БОД – болезни органов дыхания; **загрязнение сточных вод** (СТВ11 – БПК-5; СТВ12 – нефтепродукты; СТВ13 – взвешенные в-ва; СТВ15 – хлориды; СТВ16 – азот; СТВ21 – фосфор; СТВ23 – железо; СТВ41 – общий показатель загрязнения сточных вод); **загрязнение воздуха** (В1 – общий техногенный выброс в воздух; В4 – SO_2 от автотранспорта; В11 – SO_2 общий); **подземные питьевые воды** (ППВ20 – SO_4 ; ППВ25 – pH; ППВ28 – сухой остаток; ППВ29 – минерализация; ППВ30 – CO_2 ; ППВ36 – запах); **качество потребляемой питьевой воды** (КПВ1 – санитарно-химический состав скважин и колодцев; КПВ3 – санитарно-химический состав централизованного водоснабжения; КПВ5 – санитарно-химический состав разводной водопроводной сети; КПВ6 – санитарно-химический состав водоемов 1-й категории).

- Границы шлейды
- 0,3 → Межсистемная связь заболеваемости с «головными» факторами
- Межфакторная связь окружающей среды $r_o > 0.5$
- → Межшлейдные связи
- ← - - - → Корреляционные связи между заболеваемостью БОД и МВС

Таким образом, **первая плеяда**, в которую вошли 7 показателей загрязнения сточных вод (СТВ11, СТВ12, СТВ13, СТВ15, СТВ16, СТВ21, СТВ23) и 2 – по загрязнению воздуха (В1, В4), наиболее мощная. **Вторая плеяда** (4 показателя качества подземных питьевых вод – ППВ25, ППВ28, ППВ29, ППВ36, один показатель В11 – загрязнения воздуха SO_2 и один КПВ5 – санитарно-химическое состояние питьевой воды в разводной водопроводной сети) слабее первой по крепости ($D = 0,69$), относительной мощности 0,25 и особенно слаба вторая плеяда по полноте взаимосвязей $\Pi = 0,47$. Следовательно, первая плеяда (загрязнение сточных вод и воздуха) обладает наибольшей мощностью в формировании всей структуры взаимоотношений окружающей среды и заболеваемости болезнями органов дыхания и МВС.

Согласно рис. 4.15 обе плеяды связаны между собой (жирная стрелка $r = 0,63$), что указывает на мощное влияние первой плеяды на вторую, т.е. загрязнение сточных вод в Приморском крае определяет качество подземных вод. А если учесть еще сильную ($r_0 > 0,5$) цепь межсистемных зависимостей заболевания МВС детей и взрослых от цепочной связи факторов качества потребляемой воды (КПВ1, КПВ3, КПВ5, КПВ6), которая исходит из второй плеяды (качество подземных вод) можно сформировать многоуровневую структуру взаимоотношений заболеваемости болезнями МВС и окружающей среды:

- первый уровень – заболеваемость болезнями МВС у детей и взрослых зависит от качества потребляемых питьевых вод;
- второй уровень – качество потребляемой питьевой воды формируется в крае качеством подземных вод;
- третий уровень – качество подземных вод находится под сильным влиянием загрязнения сточных вод и воздуха.

В результате, хотя влияние загрязнения сточных вод в крае на заболеваемость болезнями МВС является косвенным (третий уровень), однако оно настолько сильно определяет качество подземных вод (второй уровень), что в свою очередь, определяет качество потребляемой водопроводной воды (первый уровень).

Особенно негативно на данную патологию влияют колебания в выбросах в сточные воды железа, хлоридов и нефтепродуктов («головные» зависимости СТВ23, СТВ15, СТВ12) (рис. 4.15). Однако нужно заметить, хотя эти связи являются «головными», влияние их на заболеваемость остается косвенным, так как $r < 0,3$.

Структура зависимости БОД у детей и взрослых от факторов среды также многоуровневая, первый уровень связан с наличием сильных ($r_0 > 0,6$) межсистемных «головных» связей с показателем В11 (содержание SO_2 в воздухе). Так как В11 является составляющей второй плеяды (качество подземных вод), говорить, что подземные воды определяют формирование БОД, нельзя – слишком слаба плеяда ($D = 0,69$, и $II = 0,47$). Отрицать же ее влияние также трудно, потому что заболеваемость органов дыхания у подростков опирается на слабую вторую плеяду, в которой находится в детерминированной зависимости показатель В11 (содержание SO_2 в воздухе). Поэтому влияние второй плеяды является косвенным и относится ко второму уровню связи.

К третьему уровню можно отнести косвенное влияние загрязнения сточных вод (сильная первая плеяда), потому что на колебания выбросов реагирует наиболее слабый детский организм.

В результате БОД в Приморском крае формируются под влиянием загрязнения воздуха SO_2 (сернистого газа) и косвенного влияния качества потребляемой питьевой воды. Наибольшая связь с химическим составом децентрализованных источников воды (КПВ1) $R = 0,54$ объясняется преобладающим потреблением воды жителями Приморского края из скважин и колодцев. Затем через цепочку корреляционной зависимости ($r_0 > 0,5$) связь переходит к городам и поселкам городского типа с централизованным водоснабжением (КПВ3). Цепь замыкается на химическом составе разводящей водопроводной сети (КПВ5). Через КПВ5 влияние переходит на следующий уровень воздействия – первой и второй плеяды.

Детальный анализ плеяд Терентьева по группам населения показал: влияние окружающей среды на заболевания мочевыделительной

системы у детей происходит, во-первых, от цепочки качества потребляемой воды (санитарно-химического состава) (рис. 4.15).

Так как первая плеяда наиболее мощная, она достаточно сильно ($R = 0,63$) влияет на вторую плеяду, формирующую показатель качества потребляемой воды (КПВ5). На детей (косвенно) влияют колебания в сточных водах железа (СТВ23), хлоридов (СТВ15) и нефтепродуктов (СТВ12). Все остальные компоненты первой плеяды действуют на детей в совокупности.

Заболевания мочевыделительной системы у подростков (МВС подростки) имеют несколько иную структуру воздействия внешней среды. Наличие у подростков сильных «головных» корреляционных зависимостей ($R = 0,86$ и $R = 0,69$) с общим показателем загрязнения сточных вод (СТВ41 – суммарный показатель загрязнения сточных вод) и наличия CO_2 в подземных питьевых водах (ППВ30) говорит о комплексном воздействии загрязнителей. Одиночная корреляционная цепь от СТВ41 ($r_0 > 0,5$) замыкается на второй плеяде в точке показателя ППВ36 (запах подземных питьевых вод). Такая связь достаточно логична, так как через сточные воды происходит загрязнение подземных питьевых вод. Показатель запаха подземных вод говорит об уровне общего их загрязнения. Через вторую плеяду имеется косвенная связь с качеством водопроводной воды, что говорит о влиянии их в формировании заболеваемости МВС у подростков. То, что подростки непосредственно сильно реагируют ($R = 0,86$) на общий уровень загрязнения сточных вод, позволяет предположить о поступлении токсических веществ в организм подростков не только через питьевую воду, но и другими путями (к примеру, купанием в грязных водоемах и т.д.).

Заболевания мочевыделительной системы у взрослых (МВС взрослые) по структуре воздействия внешней среды напоминают детскую. Так же как у детей, у взрослых наибольшая зависимость $R = 0,49$ («головная связь») отмечается от санитарно-химического состава централизованного водоснабжения (КПВ3), которая через одиночную

цепь замыкается на второй плеяде, формируемой мощной первой плеядой. В отличие от детей, взрослые негативно реагируют на появление в питьевой воде через сточные воды азота (СТВ16), фосфора (СТВ21), БПК-5 (СТВ11). Содержание SO_2 (В4) в воздухе от автомобильного транспорта усугубляют негативное воздействие перечисленных показателей первой плеяды.

Заболевания органов дыхания у детей в наибольшей степени ($R = 0,66$) зависят от общего содержания сернистого газа (SO_2) в воздухе (В11). Повышенное содержание SO_2 связано с наличием тепловых станций и интенсивностью автотранспорта в городах края. Особенно сернистый газ опасен для бронхолегочной системы в сочетании с повышенной влажностью, характерной для юга Приморья (Веремчук, Кику, 2005). В сочетании с повышенным содержанием SO_2 в воздухе заболеваемость БОД формируется у детей при одновременном влиянии показателей качества потребляемой питьевой воды – КПВ1, КПВ3, КПВ5, КПВ6 с одиночной цепью связей, замыкающейся на КПВ5 второй плеяды. Следующим структурным уровнем являются «головные» косвенные связи с содержанием фосфора (СТВ21) и азота (СТВ16) в сточных водах (первая плеяда), которые влияют на качество подземных питьевых вод (вторая плеяда) и, как следствие, на качество потребляемой питьевой воды (одиночная цепь связей).

Заболевания органов дыхания у подростков в меньшей степени происходят под влиянием окружающей среды (наличие слабых «головных» связей ($R < 0,37$) с показателями слабой второй плеяды). Возможно, развитие данной заболеваемости у этой группы населения происходит под влиянием других причин (социальных, физиологических, генетических и т.д.).

Заболевания органов дыхания у взрослых так же, как и у детей, развиваются в основном под влиянием повышенного содержания SO_2 в воздухе и лишь в незначительной мере под влиянием совокупности показателей, вошедших во вторую слабую плеяду. Анализ структуры воздействия факторов среды на заболеваемость органов дыхания и

мочевыделительной системы по группам населения показал не только сложность структуры воздействия, но и сочетанность влияния одних и тех же факторов среды на разные нозологии и группы населения. Явная и значимая ($r_0 > 0,2$, $P < 0,05$) зависимость от одних и тех же факторов, и плеяд существует у детей с заболеваниями МВС и органов дыхания ($R = 0,27$).

Это позволяет сделать вывод, что дети под влиянием загрязнения воды и воздуха имеют возможность заболеть одновременно этими двумя заболеваниями. Формирование сочетанной патологии у взрослых *под влиянием среды* мало вероятно, так как наличие общих зависимостей лишь косвенное и то через вторую слабую плеяду (коэффициент корреляции Пирсона маленький ($r_0 < 0,2$) и главное не значимый – $P > 0,05$). Аналогичная картина складывается и у подростков. Поэтому появление сочетанной патологии МВС и органов дыхания у взрослых и подростков происходит по другим причинам (генетическим, физиологическим, социальным и т.д.).

ГЛАВА 5. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Злокачественные новообразования относят к индикаторным показателям здоровья с высокой степенью зависимости от качества среды обитания. Поэтому рост онкологической заболеваемости часто рассматривают как гигиеническую характеристику экологического неблагополучия территории (Smulevich, 2008; Кику и др., 2012; Заболеваемость злокачественными новообразованиями..., 2014; Состояние онкологической службы..., 2014; Экологическая зависимость..., 2012; Braveman et al., 2011; Cancer and the environment..., 2012; Goodman, 2006).

В России в последние годы заболеваемость злокачественными новообразованиями резко возросла, что часто связывают с неблагоприятными демографическими процессами, состоянием экологии внешней и производственной среды, социально-экономическими кризисами, причем в зависимости от особенностей окружающей среды региональные уровни распространения онкологических заболеваний различаются (Чиссов и др., 2008; Социально значимые заболевания..., 2014; Статистика злокачественных новообразований..., 2014).

5.1. Распространение онкологических заболеваний в Приморском крае

В Приморском крае – отдаленном регионе России, с характерными природно-климатическими особенностями и специфичными экологическими, социальными проблемами за последние годы сложилась неблагоприятная эпидемиологическая обстановка по распространению онкологических заболеваний. За период с 2011 по 2016 гг. произошел рост уровня как общерегиональной заболеваемости, так и заболеваемости отдельно по городам и районам края (табл. 3.1). Причем по городам уровень заболеваемости из-за повышенного загрязнения окружающей среды превышает уровень заболеваемости сельского населения. Если сравнивать онкологическую заболеваемость последних лет с онкологической заболеваемостью периода 1998 – 1999 гг. (время экономического кризиса в стране) то ее рост несколько снизился, на первое место вышли социальные проблемы формирования заболевания (Государственный доклад..., 2000).

Важным этапом исследования является анализ пространственного распространения заболеваний. Изучение заболеваемости проводилось сплошным и выборочным методами. Первый метод позволил изучать заболеваемость по сводкам отчетных данных текущего учета показателей лечебных учреждений. Изучение заболеваемости выборочным методом необходимо для получения социально-гигиенических характеристик различных социальных групп населения (Государственный доклад..., 2000, 2009, 2017).

В Приморском крае уровень заболеваемости (2011 – 2016 гг.) территориально различается (рис. 5.1–5.5). Как правило, повышенный уровень заболеваемости отмечается в южной части края, за исключением рака почек (рис. 5.5). Нужно заметить, что высокий уровень заболеваемости раком легких и желудка территориально почти совпадает (рис. 5.2, 5.3).

Рис. 5.1. Уровень **общей онкологической** заболеваемости в Приморском крае.

Примечание: Светлая тональность – низкий уровень заболеваемости (147-212 чел. на 100000 населения); серая тональность – умеренный уровень заболеваемости (213-276 чел.); темная тональность – высокий уровень заболеваемости (277-340 чел.)

Рис. 5.2. Уровень заболеваемости **раком легких** в Приморском крае.

Примечание: Светлая тональность – низкий уровень заболеваемости (25 – 39 чел. на 100000 населения); серая тональность – умеренный уровень заболеваемости (40 – 53 чел.); темная тональность – высокий уровень заболеваемости (54 – 68 чел.)

Рис. 5.3. Уровень заболеваемости **раком желудка** в Приморском крае

Примечание: Светлая тональность – низкий уровень заболеваемости (13 – 23 чел. на 100000 населения); серая тональность – умеренный уровень заболеваемости (24 – 33 чел.); темная тональность – высокий уровень заболеваемости (34 – 43 чел.)

Рис. 5.4. Уровень заболеваемости **раком кожи** в Приморском крае

Примечание: Светлая тональность – низкий уровень заболеваемости (9 – 22 чел. на 100000 населения); серая тональность – умеренный уровень заболеваемости (23 – 36 чел.); темная тональность – высокий уровень заболеваемости (37 – 49 чел.)

Районы края: 1 – Пожарский; 2 – Дальнереченский; 3 – Красноармейский; 4 – Тернейский; 5 – Лесозаводский; 6 – Кировский; 7 – Ханкайский; 8 – Спасский; 9 – Яковлевский; 10 – Чугуевский; 11 – Пограничный; 12 – Хорольский; 13 – Черниговский; 14 – Анучинский; 15 – Кавалеровский; 16 – Октябрьский; 17 – Михайловский; 18 – Уссурийский; 19 – Надеждинский; 20 – Шкотовский; 21 – Партизанский; 22 – Лазовский; 23 – Ольгинский; 24 – Хасанский. **Города** края: Дальнереченск, Дальнегорск, Арсеньев, Партизанск, Владивосток, Фокино, Находка.

Рис. 5.5. Уровень заболеваемости **раком почек** в Приморском крае

Примечание: Светлая тональность – низкий уровень заболеваемости (4 – 8 чел. на 100000 населения); серая тональность – умеренный уровень заболеваемости (9 – 13 чел.); темная тональность – высокий уровень заболеваемости (13 – 17 чел.)

Районы края: 1 – Пожарский; 2 – Дальнереченский; 3 – Красноармейский; 4 – Тернейский; 5 – Лесозаводский; 6 – Кировский; 7 – Ханкайский; 8 – Спасский; 9 – Яковлевский; 10 – Чугуевский; 11 – Пограничный; 12 – Хорольский; 13 – Черниговский; 14 – Анучинский; 15 – Кавалеровский; 16 – Октябрьский; 17 – Михайловский; 18 – Уссурийский; 19 – Надеждинский; 20 – Шкотовский; 21 – Партизанский; 22 – Лазовский; 23 – Ольгинский; 24 – Хасанский. **Города** края: Дальнереченск, Дальнегорск, Арсеньев, Партизанск, Владивосток, Фокино, Находка.

Он характерен для горнорудных районов края, поэтому можно предположить наличие техногенной зависимости развития данных патологий. Однозначно объяснять причинно-следственную структуру формирования онкологических заболеваний под влиянием загрязненной окружающей среды достаточно сложно. Причины могут быть разными – доминантными, комплексными, аккумулятивными, подчиняться законам синергизма, иерархии и т.д.

5.2. Моделирование процессов развития экологической зависимости онкологических заболеваний

В основе моделирования процессов развития *экологической зависимости* онкологических заболеваний в Приморском крае лежит изучение межсистемных взаимоотношений среди доминантных факторов внешнего воздействия, формирующих экологическую зависимость. Причем это воздействие происходит на фоне комплексного влияния качества среды обитания.

В качестве объектов исследования использовались 11 функциональных систем внешней среды с единой внутренней направленностью действия их на человека (климатические условия, качественный состав питьевой воды, загрязнение среды сточными водами, химический состав подземных вод, санитарное состояние почв, загрязнение атмосферы, демографическая структура населения, жилищные условия, характер питания, доходы населения, уровень медицинского обслуживания), включившие 122 средовых фактора. Система «человек» оценивалась по показателям уровня распространения онкологических заболеваний в Приморском крае.

Системное моделирование функциональной направленности действия внешней среды позволило определять региональную тенденцию развития наиболее распространенных онкологических заболеваний в Приморском крае (общая онкология, рак легких, рак почек, рак кожи, рак желудка) и уровень их экологической зависимости.

Качество среды обитания человека в Приморском крае оценивалось согласно остроте экологических проблем в регионе (природно-климатических, техногенных и социальных), которые участвуют в формировании экологической зависимости развития злокачественных опухолей.

Для моделирования процесса распространения онкологических заболеваний использовался метод статистического анализа – множественной регрессии (STATISTICA – 8). В задачу множественной регрессии входил анализ связи между независимыми переменными (предикторами), характеризующими факторы среды, и зависимой переменной (заболеваемость). Модуль множественная регрессия строит модель по методу наименьших квадратов и вычисляет большое количество статистик и дополнительных диагностических значений.

Нами использовался скорректированный *R-квадрат*, коэффициент *B* и *p-level* для каждого входящего в модель предиктора. В результате были отобраны только те системы, где *R-квадрат* был выше 0,5, с переменными с наибольшей величиной коэффициента *B* и *p-level* < 0,05. В результате из 11 систем выделились 7 с *R-квадрат* выше 0,5, из них 4 относились к природно-техногенному блоку факторов и 3 – к социальному блоку (рис. 5.6). Значимость факторов по *p-level* < 0,05 установлена у 23 показателей.

Характер и интенсивности причинных связей можно оценивать лишь при использовании количественных показателей. Для этого был применен метод информационно-энтропийного анализа, с помощью которого рассчитывался уровень неопределенности информации (энтропии – H), возникающей в больших массивах информации (Теория информации ..., 1974). Связь человека со средой определялся через соотношение безусловной и условной энтропии, где безусловная энтропия $H(x)$ характеризовала неопределенность информации в окружающей среде (x), а условная энтропия $H(y/x)$ – зависимость заболеваемости (y) от воздействия факторов среды обитания (x).

Рис. 5.6. Доминантные факторы воздействия среды на распространение онкологических заболеваний в Приморском крае.

Примечание. Климатические: 1 – скорость ветра; загрязнение воздуха: 2 – общий техногенный выброс, 3 – содержание твердых взвешенных веществ в воздухе, 4 – содержание CO в воздухе; химический состав подземных вод: 5 – содержание As в подземных водах, 6 – содержание Cr в подземных водах, 7 – содержание SO₄ в подземных водах, 8 – жесткость подземных вод, 9 – загрязнение подземных вод фенолом, 10 – содержание NO₃ в подземных водах, 11 – содержание Mo в подземных водах; химический состав питьевых вод: 12 – химический состав водопроводной сети; доходы и расходы населения: 13 – денежные расходы в среднем на душу населения в месяц, руб., 14 – размер пенсий, 15 – денежные доходы населения в среднем на душу населения в месяц, руб.; медицинское обслуживание: 16 – число больничных коек на 10 тыс. насел., 17 – мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. насел., 18 – количество врачей на 10 тыс. насел., 19 – количество среднего медицинского персонала на 10 тыс. насел.; демографические показатели: 20 – распределение населения по полу (муж.), 21 – распределение населения по полу (жен.), 22 – количество населения старше трудоспособного возраста, 23 – среднегодовая численность населения, занятая в экономике, чел.

Сплошная стрелка – воздействие природно-техногенного блока, **пунктирная** – социального блока. Толщина стрелки указывает на *p-level* (жирная стрелка $p < 0,01$, тонкая – $p < 0,05$).

Основная формула энтропии приобрела следующий вид:

$$I(y/x) = - \sum_i^n p(y/x_i) \cdot \log_2 p(y/x_i), \quad (5.1)$$

где: $I(y/x)$ – показатель зависимости заболеваемости от воздействия фактора внешней среды; (y) – показатели заболеваемости; (x_i) – показатели факторов среды.

Проведен расчет показателей экологической зависимости $I(y/x)$ заболеваемости злокачественными новообразованиями, раком легких, почек, желудка и кожи от природно-техногенного и социального блока, характеризующего качество жизни населения края (табл. 5.1).

Абсолютный показатель экологической зависимости $I(y/x)$ был дополнен относительным индексом важности ($\text{£\%}$), как соотношение влияния системных факторов среды и общего внешнего воздействия.

Таблица 5.1

**Экологическая зависимость ($I(y/x)$; $\text{£\%}$) распространения
онкологических заболеваний в Приморском крае**

Факторы среды	По-ка- за- тель ¹	ИВ²	По-ка- за- тель ¹	ИВ²	По-ка- за- тель ¹	ИВ²	По-ка- за- тель ¹	ИВ²	По-ка- за- тель ¹	ИВ²
	Злокачест. новообразования, всего		Рак легких		Рак почек		Рак желудка		Рак кожи	
Природно-техногенные факторы	0,45	46,7	0,47	59,8	0,47	70,8	0,43	50,3	0,42	48,7
Климатические условия	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	н/д	0,3	7,0
Качество питьевой воды	0,3	6,2	0,3	7,6	0,43	13,1	н/д	н/д	н/д	н/д
Загрязнение среды сточными водами	0,71	14,6	0,71	17,9	0,75	22,8	0,58	17,2	0,42	9,8

Окончание таблицы 5.1

Химический состав подземных вод	0,47	9,7	0,4	10,1	0,4	12,2	0,45	13,3	0,44	10,3
Санитарное состояние почв	0,48	9,9	0,41	10,4	0,4	12,2	0,37	10,9	0,56	13,1
Загрязнение атмосферы	0,31	6,4	0,55	13,9	0,35	10,6	0,3	8,9	0,36	8,4
Социальные факторы	0,52	53,3	0,32	40,2	0,32	29,2	0,34	49,7	0,55	51,3
Демографическая структура населения	0,46	9,5	0,21	5,3	0,36	10,9	0,22	6,5	0,58	13,6
Качество жилищных условий	0,58	11,9	0,36	9,1	0,27	8,2	0,43	12,7	0,61	14,3
Характер питания	0,44	9,1	0,25	6,3	0,33	10,0	0,33	9,8		
Доходы населения	0,56	11,5	0,4	10,1	н/д	н/д	0,36	10,7	0,54	12,6
Уровень медицинского обслуживания	0,55	11,3	0,37	9,3	н/д	н/д	0,34	10,1	0,46	10,8

Примечание: показатель¹ - $I(y/x)$ в усл. ед.; $ИБ^2$ - индекс важности $\%$; н/д – нет данных

Заболеваемость злокачественными новообразованиями в Приморском крае по показателю $\text{£}\%$ в большей степени определяется на 53,3 % социальным блоком факторов, а загрязнение среды влияет на $\text{£} = 46,7 \%$ (табл. 5.1). Социальная среда по величине воздействия имеет в целом однородную структуру, с преимуществом влияния доходов населения, медицинского обеспечения и жилищных условий. С большей величиной разброса ($\text{£}=6,2\text{--}14,6 \%$) представлен природно-техногенный блок, где четко выявляются приоритеты воздействия.

Самый высокий показатель негативного влияния на общую региональную распространенность онкологических заболеваний имеет фактор загрязнения среды сточными водами ($\text{£}=14,6 \%$). Этот блок факторов характеризует мобильное и масштабное по экспозиции воздействие загрязненной водной среды на естественные природные сферы (воду, почву, воздух, растительность). Именно загрязнение сточными водами без достаточной очистки (реализация в пределах $\text{£} = 20\text{--}30 \%$) формирует общее экологическое состояние среды обитания человека в Приморском крае. Через создание неблагоприятного фона это загрязнение наиболее агрессивно влияет на здоровье человека, усиливая избирательную экологическую зависимость развития отдельных патологий. Повышенный уровень воздействия химического состава подземных вод ($\text{£} = 9,7 \%$) и санитарного состояния почв ($\text{£} = 9,9 \%$) можно рассматривать в качестве косвенных факторов, вносящих определенный вклад во влияние «характера питания» ($\text{£} = 9,1 \%$). Качество питьевой воды ($\text{£} = 6,2 \%$) и загрязнение воздуха ($\text{£} = 6,4 \%$) в общей онкологии имеют меньшие показатели зависимости, однако для них характерна избирательность действия на онкопатологии отдельных органов.

Рост распространения заболеваний общей онкологии – это результат социальных проблем и техногенного загрязнения среды обитания как негативного фона. Высокий уровень влияния социальных факторов косвенно отражает образ жизни и эндогенную причину развития онкологических заболеваний.

Рак легких на $\text{£} = 59,8 \%$ зависит от загрязнения внешней среды и на $\text{£} = 40,2 \%$ – от социальных факторов, причем наибольшее воздействие также оказывает загрязнение среды сточными водами ($\text{£} = 17,9 \%$). На втором месте по силе воздействия находится фактор техногенного загрязнения атмосферы ($\text{£} = 13,9 \%$), что весьма характерно для данной патологии (табл. 5.1). Однако загрязнение атмосферы имеет для человека локальное воздействие (в пределах источника загрязнения в городской среде).

Органы дыхания являются первичным барьером во взаимоотношениях человека и среды, поэтому токсичные компоненты, содержащиеся в загрязненном воздухе, вызывают, в первую очередь, нарушения в иммунной системе организма человека, а затем способствует увеличению злокачественных новообразований в органах дыхания.

В результате высокий процент зависимости распространения рака легких от качества воздуха, в целом малозаселенном регионе России, связан с преобладанием в демографической структуре населения городских жителей. Другие системные компоненты среды, связанные с качеством питьевых вод и санитарным состоянием почв, имеют второстепенное, но достаточно весомое воздействие, косвенно усиливая влияние социального фактора «характер питания».

В социальной среде наибольшее влияние оказывают доходы населения ($\text{£} = 10,1 \%$), затем уровень медицинского обслуживания ($\text{£} = 9,3 \%$) и качество жилищных условий ($\text{£} = 9,1 \%$).

Таким образом, в распространении рака легких в Приморском крае преобладает техногенная направленность зависимости, где наибольшее влияние оказывает загрязнение среды через сточные воды и загрязнение атмосферного воздуха. Кроме того, распространение рака легких связано с низким уровнем качества жизни населения, что требует повышенного внимания административных органов управления и здравоохранения Приморского края в решении профилактических мероприятий по оздоровлению населения и повышению его жизненного уровня.

Рак почек на $\text{£} = 70,8 \%$ зависит от загрязнения внешней среды и лишь на $\text{£} = 29,2 \%$ от социальных условий. Эта патология в Приморском крае является наиболее экологически зависимой.

В природно-техногенном блоке наибольшее воздействие оказывает загрязнение среды сточными водами ($\text{£} = 22,8 \%$) (табл. 5.1), на втором месте влияние качества питьевой воды ($\text{£} = 13,1 \%$). Показатели химического состава подземных вод и косвенно связанное с ним санитарное состояние почв имеют одинаковый процент воздействия $\text{£} = 12,2 \%$. В результате распространение рака почек в крае определяется общим загрязнением природной среды и качеством потребляемой воды, опосредованной с химическим составом подземных вод и санитарным состоянием почв. Социальный блок, представленный всего тремя системами, характеризует демографическую структуру населения ($\text{£} = 10,9 \%$), характер питания ($\text{£} = 10,0 \%$) и качество жилищных условий ($\text{£} = 8,2 \%$). Относительно высокий показатель демографии связан с избирательностью распространения рака почек среди различных социальных групп населения, отличающихся возрастом, полом, профессией и т.д. Влияние характера питания на данную патологию можно связать с некоторым преимуществом у населения края в употреблении продуктов моря. Жилищные условия также немаловажны в развитии онкологических заболеваний почек, так как простудные и инфекционные заболевания, часто возникающие в неблагоприятных бытовых условиях, сказываются на росте числа заболеваний мочеполовой системы.

Таким образом, экологическая зависимость распространения рака почек в Приморском крае связана с загрязнением окружающей среды через сточные воды и качество питьевой воды. Кроме того, распространение рака почек связано с низким уровнем качества жизни населения, со своеобразным питанием и неблагоприятными бытовыми условиями, что требует повышенного внимания административных органов управления и здравоохранения в улучшении жизненного уровня населения Приморского края.

Рак желудка на $\text{£} = 50,3 \%$ зависит от загрязнения внешней среды и на $49,7 \%$ от социальных условий, это почти равные условия воздействия. В природно-техногенном блоке наибольшее влияние оказывает загрязнение среды сточными водами ($\text{£} = 17,2 \%$), являющейся основополагающим в формировании качества общей среды обитания человека в Приморском крае. Отмечается зависимость ($\text{£} = 13,3 \%$) от воздействия химического состава подземных вод, тесно связанных с составом материнских пород, что является региональной особенностью качества питьевых и бытовых вод. Косвенно влияет на распространение рака желудка санитарное состояние почв ($\text{£} = 10,9 \%$), связанное «пищевой цепочкой» с качеством местных сельскохозяйственных продуктов питания. Загрязнение атмосферы имеет весомое, но не определяющее действие на исследуемую патологию ($\text{£} = 8,9 \%$) (табл. 5.1), так как данный техногенный фактор, возможно, лишь снижает общий иммунитет организма и, как следствие, косвенно влияет на органы пищеварения.

Социальный блок представлен полным набором систем (табл. 5.1), где наибольшее воздействие на органы пищеварения оказывает «качество жилищных условий» ($\text{£} = 12,7 \%$), «доходы населения» ($\text{£} = 10,7 \%$) и «уровень медицинского обслуживания» ($\text{£} = 10,1 \%$). Достаточно высокий показатель влияния «жилищных условий» и «доходов населения» во многом отражает образ и качество жизни населения. В Приморском крае система питания не имеет сильного воздействия на распространение заболеваний рака желудка, что говорит о более сложной, многогранной и комплексной причинно-следственной структуре развития данного заболевания. Так как влияние демографической структуры населения имеет наименьший показатель связи ($\text{£} = 6,5 \%$), можно предположить, что рак желудка охватывает буквально все социальные и возрастные слои населения, не выделяя каких-то приоритетов (табл. 5.1).

В результате распространение заболеваемости раком желудка в Приморском крае имеет паритетную экологическую и социальную

составляющие, с некоторым преимуществом техногенного воздействия, в особенности общего загрязнения среды сточными водами и общего снижения качества жизни населения края.

Распространение заболеваний *раком кожи* в Приморском крае в целом имеет общую тенденцию экологической зависимости с заболеваниями злокачественными новообразованиями. В структуре воздействия также преобладает блок социальных факторов, причем при раке кожи разрыв между системами составляет $\text{£} = 4,3 \%$ (табл. 5.1). При раке кожи четко формируются приоритеты воздействия природно-техногенного блока (разброс $\text{£} = 7,0\text{--}13,1 \%$). Анализ техногенных приоритетов в распространении различных онкологических заболеваний показал преимущественное влияния «сточных вод». Однако в распространении рака кожи первое место занимают «санитарное состояние почв» ($\text{£} = 13,1 \%$) и «химический состав подземных вод» ($\text{£} = 10,3 \%$), что говорит о некоторой специфичности развития данного заболевания в Приморском крае. Под действием циркуляции атмосферы влияние загрязненных почв можно объяснить косвенным действием на кожу токсических компонентов, содержащихся в пыли приземного слоя, провоцирующих развитие различных ее заболеваний, включая онкологические. Приоритет действия «химического состава подземных вод», возможно, связан с тем, что химический состав питьевых и бытовых вод Приморского края, используемых населением в различных бытовых целях (мытьё, купание и др.), в целом сохраняет региональные особенности состава подземных вод, которые через речную сеть попадают в водохранилища с последующей технологической очисткой. Неблагоприятные условия для кожи создают системы «загрязнения среды сточными водами» (косвенно) и непосредственно — «загрязнение атмосферы». Специфика развития злокачественных заболеваний рака кожи в Приморском крае заключается во влиянии климатических условий ($\text{£} = 7 \%$), что не характерно для других патологий (табл. 5.1). Связать это можно с особенностями муссонного климата Приморья, когда повышенный уровень биологически активной

солнечной радиации сочетается с высокой влажностью (до = 98 %) и скоростями ветра, формирует экстремальные условия для кожного покрова человека.

В социальном блоке распространения рака кожи диапазон влияния имеет небольшой разброс ($\pm 13,6-10,8\%$), что говорит о целостности действия социальных проблем (табл. 5.1). Однако преимущественно это жилищные условия, демографическая структура и доходы населения. Приоритет жилищных условий, по всей видимости, связан с ростом инфекционных и других заболеваний кожи, развивающихся в антисанитарных условиях неблагоприятного жилья. Относительно высокий показатель демографии оценивается избирательностью распространения рака кожи среди различных по возрасту, полу, профессии социальных слоев населения. Доходы населения, как правило, определяют социальный статус с возможностью поддерживать здоровье на должном уровне. Определенную роль играет и уровень медицинского обслуживания.

В результате комплексный общерегиональный анализ межсистемных связей в распространении онкологических заболеваний в Приморском крае показал социальную зависимость заболеваний общей онкологии и рака кожи с различием доминантов воздействия. Техногенное влияние предопределяет распространение заболеваний рака легких, почек и желудка со специфичностью патогенетического воздействия отдельных факторов внешней среды.

Таким образом, распространение онкологических заболеваний в Приморском крае во многом определяется влиянием окружающей среды, причем территориально экологическая зависимость меняется от сочетания факторов природно-экологической и социально-экономической среды в регионе. Однако формирование и развитие онкологических заболеваний – это сложный процесс, где нельзя исключать влияние эндогенной природы (возраст, гормональные, генетические, иммунологические и другие факторы). Определение факторных приоритетов на фоне системно-совокупного влияния среды позволило

оценить степень эндогенного формирования заболевания. Было установлено, что при комплексном рассмотрении наибольшее значение в распространении онкологических заболеваний имеет природно-техногенный блок факторов (*загрязнение среды сточными водами, загрязнение атмосферы, качество питьевых вод*) и социальный (*демографическая структура общества, жилищные условия и качество здравоохранения*). Именно состояние этих систем является «основой» экологической зависимости в распространении онкологических заболеваний, причем для различных патологий эта величина зависимости колеблется. На фоне комплексной экологической связи определились также индикаторные факторы, изменение величины которых влечет за собой (с высоким уровнем значимости) изменение уровня онкологической заболеваемости в Приморском крае. Наиболее значимыми факторными приоритетами для многих патологий оказались показатели из систем *загрязнения воздуха и подземных вод, доходов населения и качества медицинского обслуживания*.

5.3. Системная зависимость распространения онкологических заболеваний от комплексного воздействия внешней среды

Научные исследования Института МКВЛ касались проблем выявления причинно-следственных зависимостей распространения заболеваний, поэтому применялись различные методы многомерной статистики, включая методы теории информации (кибернетики) (Теория информации..., 1974). Теория информации связана со случайными процессами, но в отличие от основных статистик, где формализация процессов происходит исходя из понятия средней величины ($\bar{x}$), данный метод в основу берет вероятностный показатель (p), который позволяет определять долю вероятности появления того или иного события (Использование информационно-энтропийного анализа..., 2001; Применение математического моделирования..., 2002; Веремчук, 2003; Веремчук и др., 2007; Кику и др., 2002).

Применение вероятностных характеристик в решении причинно-следственной проблемы более обосновано, так как при изучении взаимозависимостей сталкиваются две максимально сложные и, в конечном счете, малоизученные системы окружающей среды и организма человека. Поэтому появление каких-либо зависимостей между двумя системами является вероятностным, а не среднестатистическим процессом.

В процессе обработки информации использовалась центральная формула теории информации – формула Шеннона, называемая энтропией (H) совокупности вероятностей (p):

$$H = - \sum_{i=1}^i p_i \log_2 p_i. \quad (5.2)$$

Из свойств энтропии известно, что, в сущности, она является мерой неопределенности, неупорядоченности ситуации или состояния. Поэтому чем энтропия выше, тем больше неопределенность и неупорядоченность в системе (Теория информации..., 1974).

Определить уровень связи между двумя системами (среда и человек) можно, используя понятие *условной* энтропии, указывающее на меру неопределенности зависимости одного процесса (или явления) от другого. В медико-экологических исследованиях используется зависимость заболеваемости (y) от качественных характеристик среды (x) с учетом реального восприятия ее человеком (y/x). В результате основная формула энтропии приобретает следующий вид:

$$H(y/x) = - \sum_i^n p(y/x_i) \cdot \log_2 p(y/x_i). \quad (5.3)$$

где: (y) – показатели заболеваемости; а (x_i) – показатели среды.

Так как при сравнении систем часто оперируют неравным числом компонентов, поэтому используют информационные характеристики, сжимающие информацию (относительная энтропия h и коэффициент избыточности R %).

В медицинских работах чаще всего используют показатель $R \%$, являющийся наиболее удобной для анализа величиной (Теория информации..., 1974). В медико-экологических работах НИИ МКВЛ СО РАМН кроме понятия *условной* энтропии использовался показатель *безусловной* энтропии, характеризующий неопределенность процессов в независимых друг от друга системах.

Моделирование процессов зависимости двух систем (человек–среда) проводилось путем сопоставления безусловной энтропии для каждой группы населения (дети, подростки, взрослые) и условной энтропии зависимости факторов среды и заболеваемости с байесовской позиции оценки гипотез. В том случае, когда бралась безусловная энтропия в вариационном ряду заболеваемости, расчет условной энтропии уточнял эту неопределенность. Было замечено, что величина безусловной энтропии в проводимых исследованиях всегда превышала условную. Поэтому, суммируя обе энтропии (условную, безусловную), получали общую область информации о целостном процессе.

Степень воздействия факторов среды на заболеваемость определялась следующим порядком:

$$P_i = \frac{(R_{\delta i} + R_{yi}) \times 100}{\sum_i^n (R_{\delta i} + R_{yi})}, \quad (5.4)$$

где: P_i – показатель активности воздействия фактора окружающей среды на заболеваемость органов дыхания, %; $R_{\delta i}$ – избыточность информации безусловной энтропии по i фактору; R_{yi} – избыточность информации условной энтропии по i фактору.

С учетом региональных особенностей воздействия каждого фактора (P_i) рассчитывалось воздействие этого фактора (P_{ij}) для конкретной территории.

$$P_{ij} = \frac{(P_i \times X_{ij}) \times 100}{\sum_i^n (P_i \times X_{ij})}, \quad (5.5)$$

где: P_{ij} – показатель воздействия для i фактора на j территории

края %; $П_i$ – показатель активности воздействия фактора окружающей среды на онкологическую заболеваемость (формула 9); X_{ij} – показатель качественного состояния i фактора среды на j территории (Кику, 2002; Теория информации..., 1974; Использование информационно-энтропийного анализа..., 2001; Применение математического моделирования..., 2002; Веремчук, 2003).

На основании проведенных расчетов по формулам (5.3), (5.4) были получены показатели активности воздействия наиболее значимых факторов среды на различные нозологические формы заболеваемости в Приморском крае, территория которого была выбрана в качестве модельного объекта исследования.

Особый интерес представляет также определение веса неучтенных факторов воздействия на органы дыхания человека. В зависимости от величины этого веса уточняется и степень детализации исследований в установлении причинно-следственных зависимостей. Для этого также использовались понятия «безусловной» энтропии – результирующего показателя заболеваемости $R(y)$ и «условной» энтропии $R(y/x)$, характеризующей зависимость заболеваемости (y) от группы факторов окружающей среды (x). Мера различия между «безусловной» и «условной» энтропиями указывает на величину информации, связанной с воздействием внешних факторов:

$$I(y/x) = R(y) - R(y/x), \quad (5.6)$$

где: $I(y/x)$ – экологическая зависимость (количество информации, обусловленной воздействием внешних факторов на заболеваемость); $R(y)$ – показатель избыточности информации при «безусловной» энтропии; $R(y/x)$ – показатель избыточности информации при «условной» энтропии.

Сопоставление распространения онкологической заболеваемости (гл. 5.1) с территориальным распространением показателя $I(y/x)$ позволило выявить районы формирования проблемных здравоохранительных территорий края.

Так как среда обитания воздействует на человека при разной патологии достаточно индивидуально, включая комплексность, многообразие и многофункциональность влияния особенностей природно-экологической среды, поэтому следующей задачей исследования явилось выявление особенностей распространения онкозаболеваний.

Именно изучение пространственного различия уровня онкологических заболеваний по территории края позволило детализировать причинно-следственную структуру формирования экологической зависимости новообразований в крае.

Анализ величины экологической зависимости $I(y/x)$ в распространении онкологических заболеваний в Приморском крае показал, в основном, повышенный уровень зависимости в южной части края (рис. 5.7–5.12).

Анализ пространственного распределения уровня зависимости заболеваемости различной онкологической патологии от факторов природно-техногенной и социальной среды $I(y/x)$ показало достаточно однообразную картину распределения (рис. 5.7–5.12). Определенные различия имеются по влиянию климата (рис. 5.7–5.9), качества питьевой воды (рис. 5.10, 5.11), характера питания (рис. 5.12) на заболевания рака легких, почек, кожи и желудка.

Если на юге края проблема распространения онкологических заболеваний территориально различается только по уровню заболеваемости преобладающей патологии, то распространение рака почек имеет совершенно иную зависимость развития заболеваемости (рис. 5.11). Сильная связь с *климатическими условиями* в Приморском крае характерна для *рака почек* (рис. 5.8), которая отмечается в северных и центральных районах края (Пожарский, Тернейский, Ольгинский, Чугуевский, Кировский, Спасский, Анучинский, Черниговский, Михайловский, Ханкайский, Хорольский, Уссурийский, Надеждинский районы). Умеренная зависимость отмечается в Красноармейском, Пограничном, Октябрьском, Яковлевском, Партизанском и Хасанском районах.

Рис. 5.7. Зависимость распространения **рака кожи** от климата

Рис. 5.8. Зависимость распространения **рака почек** от климата

Рис. 5.9. Зависимость распространения **рака легких** от климата

Примечание. Светлая тональность – слабая экологическая зависимости ($I(y/x)$); серая тональность – умеренная экологическая зависимости ($I(y/x)$); темная тональность – сильная экологическая зависимости ($I(y/x)$). Районы края: 1 – Позжарский; 2 – Дальнереченский; 3 – Красноармейский; 4 – Тернейский; 5 – Лесозаводский; 6 – Кировский; 7 – Ханкайский; 8 – Спасский; 9 – Яковлевский; 10 – Чугуевский; 11 – Пограничный; 12 – Хорольский; 13 – Черниговский; 14 – Анучинский; 15 – Кавалеровский; 16 – Октябрьский; 17 – Михайловский; 18 – Уссурийский; 19 – Надеждинский; 20 – Шкотовский; 21 – Партизанский; 22 – Лазовский; 23 – Ольгинский; 24 – Хасанский. Города края: Дальнереченск, Дальнегорск, Арсеньев, Партизанск, Владивосток, Фокино, Находка

<p>Рис. 5.10. Зависимость распространения рака желудка от качества питьевой воды</p>	<p>Рис. 5.11. Зависимость распространения рака почек от качества питьевой воды</p>	<p>Рис. 5.12. Зависимость распространения рака желудка от характера питания</p>
<p>Примечание. Светлая тональность – слабая экологическая зависимость ($I(y/x)$); серая тональность – умеренная экологическая зависимость ($I(y/x)$); темная тональность – сильная экологическая зависимость ($I(y/x)$).</p> <p>Районы края: 1 – Пожарский; 2 – Дальнереченский; 3 – Красноармейский; 4 – Тернейский; 5 – Лесозаводский; 6 – Кировский; 7 – Ханкайский; 8 – Спасский; 9 – Яковлевский; 10 – Чугуевский; 11 – Пограничный; 12 – Хорольский; 13 – Черниговский; 14 – Анучинский; 15 – Кавалеровский; 16 – Октябрьский; 17 – Михайловский; 18 – Уссурийский; 19 – Надеждинский; 20 – Шкотовский; 21 – Партизанский; 22 – Лазовский; 23 – Ольгинский; 24 – Хасанский. Города края: Дальнереченск, Дальнегорск, Арсеньев, Партизанск, Владивосток, Фокино, Находка</p>		

И лишь в 5–6 районах края эта связь достаточно слабая, она включает проблемные, с позиции техногенного загрязнения, регионы (г. Партизанск, Дальнегорский район, г. Лесозаводск) (рис. 5.8).

При сравнении полученных результатов с данными распространения рака почек (Государственный доклад..., 2000, 2009, 2017) установлено, что только в Ольгинском районе высокий уровень заболеваемости совпадает с сильной экологической зависимостью от климатических параметров. А так как под климатическими условиями понимается широкий спектр взаимосвязанных показателей температуры, влажности воздуха, количества осадков и т.д., можно предположить о региональных особенностях сочетанности различных природно-экологических условий Ольгинского района, когда в целом климат входит в перечень причин по формированию распространения рака почек.

С умеренной климатической зависимостью происходит распространение почечных новообразований в Тернейском, Яковлевском, Кировском, Спасском, Хорольском и Михайловском районах, что говорит о характерных климатических особенностях этих регионов. Тернейский район – это северный район прибрежной зоны с суровыми климатическими условиями (низкие температуры, высокая влажность и повышенные скорости ветра). Кировский, Спасский, Хорольский и Михайловский районы входят в переходную, достаточно благоприятную для человека, климатическую зону, однако равнинная степная местность, где отмечается снижение количества годовых осадков, косвенно формирует гидрологический и гидрохимический режим подземных и поверхностных вод, что сказывается на качестве питьевых вод и, как следствие, на распространение рака почек.

В результате анализа распространения *рака легких* в Приморском крае был выявлен повышенный уровень заболеваемости в южной части края. Однако климатическая зависимость (рис. 5.9) этого заболевания четко ограничила меридиональную направленность его распространения. Отчетливо выделилась прибрежная полоса с береговым типом климата, охватившая Тернейский, Кавалеровский, Ольгинский,

Лазовский, Хасанский и Надеждинский районы. Поэтому можно предположить, что сниженный среднегодовой температурный режим, повышенная влажность и скорость ветра в какой-то мере в этих районах влияют на функции легких, вызывая появление новообразований. Что нельзя сказать о Дальнегорском, Партизанском, Шкотовском районах, Владивостокском и Находкинском городских округах. Здесь это влияние на фоне других техногенных факторов менее значительное.

Сильная климатическая зависимость распространения рака легких отмечается также в Ханкайском, Пограничном, Октябрьском, Уссурийском, Черниговском и Анучинском районах (рис. 5.9). В целом это территории с довольно благоприятным для человека климатом, но с характерными континентальными чертами – высокими температурами летом и низкими – зимой, а для западных районов (Ханкайский, Пограничный, Октябрьский, Уссурийский) добавляется стрессирующий фактор – сниженная влажность воздуха.

Распространение *рака кожи* имеет тенденцию тяготения к южным районам края (Государственный доклад..., 2000, 2009, 2017). Однако климатическая зависимость данного заболевания характерна для территории почти всего Приморского края (рис. 5.7), причем выявляется в тех же районах края, что и климатическая связь с распространением рака почек (рис. 5.8) только с разным уровнем зависимости. Совпадение распространения и зависимости (рис. 5.7) отмечается только в Уссурийском районе и г. Владивосток, что говорит о сложном сочетанном механизме развития данной патологии.

Территориальные различия степени экологической зависимости имеются по воздействию *качества питьевых вод*. Мозаичная картина отмечается по заболеванию *рака желудка* в крае (рис. 5.10). При сравнении распространения онкологических заболеваний желудка с экологической зависимостью (рис. 5.10) установлено территориальное совпадение высокого уровня распространения и сильной зависимости развития рака желудка в Кировском районе. Возможно, это объясняется

бесконтрольным употреблением минеральных вод населением этого района, так как питьевая вода в районе соответствует ГОСТу.

Высокий уровень распространения заболевания данной патологии соответствует умеренной зависимости в Черниговском районе и г. Дальнегорск, что связано с возникающими проблемами качества питьевого водоснабжения. Определенную связь с качеством питьевой воды можно найти и в Октябрьском, Хорольском и Михайловском районах (рис. 5.11).

Несоответствие распространения онкозаболеваемости (Государственный доклад..., 2000, 2009, 2017) качеству питьевой воды складывается *по раку почек* (рис. 5.5), что говорит о сложном механизме развития данного заболевания под воздействием окружающей среды. Возможность экзогенного развития данного заболевания достаточно четко отмечается в Кировском, Спасском, Хорольском районах и городах Артем и Арсеньев. В других районах края наличие экологической зависимости при несовпадении с повышенным уровнем заболеваемости говорит о различии приоритетов и силы внешнего воздействия.

Следующий экзогенный фактор, вызывающий сильную экологическую зависимость, – **характер питания**, который наиболее показательно проявился в распространении *рака желудка* в крае (рис. 5.12).

При общем тяготении повышенного уровня заболеваемости рака желудка к южным районам края (рис. 5.13), связь с питанием имеет четкую меридиональную зональность как с восточной, так и с западной территориями края (рис. 5.12).

Исходя из того, что характер питания является социальным фактором, косвенно связанным с многими другими показателями (демографические, доходы, приоритеты питания и т.д.), определить в крае однозначную причину данного заболевания трудно. Можно только предположить, что сильная зависимость на прибрежной, мало заселенной территории связана с приоритетами в питании, которая в какой-то мере (благоприятно или неблагоприятно) влияет на уровень заболеваемости раком желудка.

Возможно, характер питания определяет данную зависимость в Ханкайском, Октябрьском, Надеждинском районах с сельскохозяйственной направленностью деятельности населения. На другие онкологические заболевания влияние характера питания не выявлено.

Таким образом, было установлено, что в связи с различием природно-экологических условий по территории края уровень экологической зависимости $I(y/x)$ распространения онкологических заболеваний сильно отличается по нозологическим формам.

При сравнении уровня распространения с показателями экологической связи $I(y/x)$ определились пространственные приоритеты отдельных экзогенных факторов – климата, качества питьевых вод, характера питания, которые влияют на уровень распространения рака почек, желудка и кожи.

Однако экзогенный механизм развития онкологических заболеваний в связи с многообразием, многофункциональностью, комплексностью, синергизмом воздействия внешней среды требует обобщающих методов исследования, позволяющих выявлять тенденции и закономерности влияния.

5.4. Критерии оценки экологической зависимости в распространении онкологических заболеваний в Приморском крае

Определение факторных критериев в развитии и распространении экологически зависимых онкологических заболеваний является актуальной проблемой для прогнозирования и нормирования критического медико-социального, экологического и гигиенического рисков, связанных с особенностями воздействия природно-техногенных и социальных условий среды обитания человека, позволяющих корректировать отрицательное воздействие факторов внешней среды на здоровье населения.

5.4.1. Определение доминантных факторов в формировании экологической зависимости распространения заболеваний

Согласно проведенным исследованиям было установлено, что при комплексности, многоуровненности и кумулятивном воздействии множества факторов каждый из них имеет характерные особенности, причем это воздействие различается по характеру, силе, интенсивности и нозологии заболевания. Поэтому задачей явилось вычленение доминирующих (индикаторных) показателей, изменение которых в определенных диапазонах повлечет за собой изменение уровня заболеваемости. Факторные критерии определялись поэтапно. На первом этапе проводилось максимальное сокращение количества факторов воздействия путем повторных расчетов регрессионной зависимости с исключением факторов, имеющих значимость $p > 0,05$. В результате рак легких исходно зависел от 11 показателей, а после повторного исключения – 3; рак почек и желудка от 7 показателей и на выходе – 1 (почки) и 3 (желудок). Самое мощное по количеству входящих показателей – заболевание раком кожи, где из 13 исходных показателей на выходе выделились только 2 наиболее значимых (при $p < 0,05$). В результате после троекратного исключения факторов, формирующих распространение **рака легких** в Приморском крае, уровень заболеваемости был определен колебанием «денежных расходов в среднем на душу населения в месяц» и «мощностью посещения в смену амбулаторно-поликлинических учреждений», причем эта зависимость имела высокий показатель связи $R = 0,70619701$ при $p < 0,00000$ (табл. 5.2).

Можно предположить о корректности регрессионной зависимости, представленной формулой:

$$Y_{\text{л}} = 11,6 + 0,002 x_{13} + 0,12 x_{17}, \quad (5.7)$$

где: $Y_{\text{л}}$ – уровень заболеваемости рака легких; x_{13} – денежные расходы населения в среднем на душу населения в месяц, руб.; x_{17} – мощность амбулаторно - поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. населения.

Таблица 5.2

**Итоги регрессионной зависимости распространения рака легких
и внешних факторов с этапным отбором показателей при p -уровне $< 0,05$**

Итоги регрессии для зависимой переменной: рак легких (средняя позиция). $R=0,72220238$, $R^2=0,52157628$ Скорректир. $R^2=0,44981272$ $F(6,40)=7,2680$ $p<0,00003$. Станд. ошибка оценки: 21,876						
Пока-за-тели	Бета-коэф-фициенты	Стд. ош. Бета	В коэф-фициент регрессии	Стд. ош. В	t(40)	p-уров.
Св. член			6,827273	18,53511	0,368343	0,714560
3	0,226642	0,188987	1,408704	1,17466	1,199247	0,237488
13	0,327709	0,130511	0,002179	0,00087	2,510960	0,016183
14	0,424855	0,147361	0,016134	0,00560	2,883095	0,630900
17	0,418732	0,124668	0,106554	0,03172	3,358765	0,001729
18	-0,162671	0,227536	-0,225786	0,31582	-0,714924	0,478808
19	-0,003775	0,147986	-0,005948	0,23316	-0,025509	0,979775
Итоги регрессии для зависимой переменной: рак легких (конечная позиция) $R=0,70619701$, $R^2=0,49871421$ Скорректир. $R^2=0,46738385$, $F(3,48)=15,918$, $p<0,00000$. Станд. ошибка оценки: 21,501						
Показа-тели	Бета-коэф-фициенты	Стд. ош. Бета	В Коэффициент регрессии	Стд. ош. В	t(48)	p-уров.
Св. член			11,63439	7,866037	1,479066	0,145656
13	0,278197	0,111055	0,00185	0,000738	2,505039	0,015691
17	0,454125	0,104436	0,11556	0,026576	4,348362	0,000071

Примечание: Исходная позиция – показатели № 2, 3, 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19. Средняя позиция – показатели № 3, 13, 14, 17, 18, 19. Конечная позиция – показатели № 13, 17.

Показатели: климатические: 1 – скорость ветра; загрязнение воздуха: 2 – общий техногенный выброс, 3 – содержание твердых взвешенных веществ в воздухе, 4 – содержание CO в воздухе; химический состав подземных вод: 5 – содержание As в подземных водах, 6 – содержание Cr в подземных водах, 7 – содержание So_4 в подземных водах, 8 – жесткость подземных вод, 9 – загрязнение подземных вод фенолом, 10 – содержание NO_3 в подземных водах, 11 – содержание Mo в подземных водах; химический состав питьевых вод: 12 – химический состав водопроводной сети; доходы и расходы населения: 13 – денежные расходы в среднем на душу населения в месяц, руб., 14 – размер пенсий,

15 – денежные доходы населения в среднем на душу населения в месяц, руб.; медицинское обслуживание: 16 – число больничных коек на 10 тыс. насел., 17 – мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. насел., 18 – количество врачей на 10 тыс. насел., 19 – количество среднего медицинского персонала на 10 тыс. насел.; демографические показатели: 20 – распределение населения по полу (муж.), 21 – распределение населения по полу (жен.), 22 – количество населения старше трудоспособного возраста, 23 – среднегодовая численность населения, занятая в экономике, чел.

В результате можно сделать вывод, что распространение рака легких в Приморском крае (по доминантным показателям) имеет высокую зависимость от факторов внешней среды, причем социально-зависимо, где главным элементом является материальное состояние населения и уровень медицинской помощи. Если уровень заболеваемости раком легких в Приморском крае имеет высокую зависимость от внешней среды, то **раком почек** – слабую ($R = 0,34584383$), но высокозначимую ($p < 0,01203$) зависимость от одного показателя – «жесткости подземных вод», что позволяет корректно прогнозировать эпидемиологическую обстановку по распространению рака почек в крае (табл. 5.3).

Таблица 5.3

Итоги регрессионной зависимости в распространении рака почек и внешних факторов с этапным отбором показателей при p -уровне $< 0,05$

Итоги регрессии для зависимой переменной: рак почек (исходная позиция) $R = 0,40469137$, $R^2 = 0,16377511$, Скорректир. $R^2 = ,07769313$, $F(7,68) = 1,9025$, $p < 0,08253$. Станд. ошибка оценки: 23,144						
Показатели	Бета-коэффициенты	Стд. ош. Бета	В Коэффициент регрессии	Стд. ош. В	t(68)	p-уров.
Св. член			49,0598	30,7706	1,59437	0,115491
1	-0,184780	0,114184	-23,4950	14,5187	-1,61826	0,110236
7	0,023216	0,116753	0,0316	0,1592	0,19885	0,059918
8	-0,088648	0,116729	-0,1971	0,2596	-0,75943	0,002154

Окончание таблицы 5.3

9	0,363259	0,113881	1,8089	0,5671	3,18980	0,450220
12	0,061712	0,116867	427,2884	809,1756	0,52805	0,084297
20	-0,015681	2,786504	0,0000	0,0009	-0,00563	0,995526
21	0,116559	2,783011	0,0000	0,0008	0,04188	0,966715
Итоги регрессии для зависимой переменной: рак почек (конечная позиция) R= 0,34584383 , R2= 0,11960796, Скорректир. R2= 10200012, F(1,50)=6,7929, p<0,01203 . Станд. ошибка оценки: 22,908 Итоги регрессии для зависимой переменной: рак почек (конечная позиция) R= 0,34584383 , R2= 0,11960796, Скорректир. R2= 10200012, F(1,50)=6,7929, p<0,01203 . Станд. ошибка оценки: 22,908						
Показатели	Бета-ко- эффици- енты	Стд. ош. Бета	В Коэффи- ци- ент регрес- сии	Стд. ош. В	t(50)	p-уров.
Св. член			5,191525	4,046282	1,283036	0,205395
8	0,345844	0,132695	1,424568	0,546583	2,606315	0,012028

Примечание: Исходная позиция – показатели № 1, 7, 8, 9, 12, 20, 21. Конечная позиция – показатель № 8. Кодирование показателей соответствует примечанию табл. 5.2.

Нужно заметить, что исходная позиция входящих показателей была достаточно представительной. В ее состав вошли как природно-экологические, так и социальные показатели. Однако эта исходная позиция оказалась незначимой почти для всех входящих показателей кроме одного, не давшего в конечной позиции серьезных связей, что позволяет сделать предположение о преобладании эндогенной природы развития данного заболевания в крае. Анализ результатов регрессионной зависимости в распространении **рака кожи** в Приморском крае имеет сильную связь ($R= 0,72617789$ при $p<0,00000$) с эколого-социальными факторами среды («общий техногенный выброс» и «размер пенсий») (табл. 5.4).

Высокая зависимость и значимость отдельных факторов позволяют использовать данную регрессионную зависимость в прогнозировании формирования заболевания:

$$Y_k = 46,36 + 0,04x_2 + 1,65x_{14} \quad (5.8)$$

где: Y_k – уровень заболеваемости раком кожи; x_2 – общий техногенный выброс; x_{14} – размер пенсий.

Таблица 5.4

Итоги регрессионной зависимости в распространении рака кожи и внешних факторов с этапным отбором показателей при p -уровне $< 0,05$

Итоги регрессии для зависимой переменной: рак кожи (средняя позиция) $R = 0,76627027$, $R^2 = 0,58717012$ Скорректир. $R^2 = 0,53891728$, $F(9,77) = 12,169$, $p < 0,00000$. Станд. ошибка оценки: 49,383						
Показатели	Бета-коэффициенты	Стд. ош. Бета	В коэффициент регрессии	Стд. ош. В	t(77)	p-уров.
Св. член			46,86904	27,17203	1,72490	0,088557
2	0,200281	0,102775	3,43423	1,76229	1,94873	0,015602
4	0,114791	0,087634	2,25697	1,72301	1,30990	0,194124
14	0,100455	0,526145	0,00016	0,00084	0,19093	0,009010
15	0,190555	0,530626	0,00109	0,00303	0,35911	0,720493
16	0,021880	0,126379	0,00097	0,00559	0,17313	0,863002
17	0,318587	0,118894	0,03367	0,01256	2,67959	0,849086
18	-0,193375	0,093092	-0,17911	0,08623	-2,07726	0,041112
22	-0,038531	0,081498	-0,02653	0,05611	-0,47279	0,637698
23	0,297323	0,120227	1,11648	0,45147	2,47300	0,054971
Итоги регрессии для зависимой переменной: рак кожи (последующая позиция) $R = 0,73481462$, $R^2 = 0,53995252$, Скорректир. $R^2 = 0,51615696$, $F(3,58) = 22,691$, $p < 0,00000$. Станд. ошибка оценки: 50,706						
Показатели	Бета-коэффициенты	Стд. ош. Бета	В коэффициент регрессии	Стд. ош. В	t(58)	p-уров.
Св. член			76,15829	27,43161	2,77630	0,007391
2	0,308982	0,115500	0,02908	0,01087	2,67517	0,009690
14	0,476659	0,096679	1,63958	0,33255	4,93031	0,000007
18	-0,138789	0,110038	-0,11776	0,09336	-1,26128	0,212258
Итоги регрессии для зависимой переменной: рак кожи (конечная позиция) $R = 0,72617789$, $R^2 = 0,52733433$, Скорректир. $R^2 = 0,51131177$, $F(2,59) = 32,912$, $p < 0,00000$. Станд. ошибка оценки: 50,959						
Показатели	Бета-коэффициенты	Стд. ош. Бета	В Коэффициент регрессии	Стд. ош. В	t(59)	p-уров.

Окончание таблицы 5.4

Св. член			46,36277	14,01363	3,308405	0,001602
2	0,388795	0,097106	0,03659	0,00914	4,003827	0,000177
14	0,480810	0,097106	1,65386	0,33402	4,951404	0,000007

Примечание: Исходная позиция – показатели № 1, 2, 3, 4, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23. Средняя позиция – показатели №№ 2, 4, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23. Последующая позиция – показатели № 2, 14, 18. Конечная позиция – показатели № 2, 14. Кодирование показателей соответствует примечанию табл. 5.2.

Таким образом, распространение рака кожи в Приморском крае (по доминантным показателям) имеет паритетную социальную и экологическую зависимость от факторов внешней среды. Влияние «общего техногенного выброса» во многом определяется токсичностью и техногенным загрязнением атмосферы. Именно кожа человека непосредственно соприкасается с химическими токсикантами в воздухе, что может повлиять на повышение уровня онкологической заболеваемости. Влияние «размера пенсий» косвенно характеризует зависимость данного заболевания от демографических показателей, и прежде всего у населения преклонного возраста, что вполне логично, так как онкологическая заболеваемость по этиологии в большей степени, поражает население после 50 лет.

Заболеваемость **раком желудка** в Приморском крае имеет средние показатели регрессионной связи, причем в конечном варианте эта связь имела умеренные показатели $R=0,57671593$ при $p<0,00011$ по сравнению с исходной позицией ($R=0,55504517$), что говорит о высокой степени связи (показатель свободного члена регрессии высоко значим $p<0,000000$) (табл. 5.5). Вошедшие в модель показатели («общий техногенный выброс» (2) «денежные расходы населения в среднем на душу населения в месяц, руб.» (13) и «число больничных коек на 10 тыс. насел.» (16)) имеют косвенное воздействие на популяционные уровни заболеваемости, что говорит о серьезности экологических и социальных проблем в крае, влияние которых затрагивает распространение заболевания даже без явных признаков воздействия.

Таблица 5.5

Итоги регрессионной зависимости в распространении рака желудка и внешних факторов с этапным отбором показателей при p -уровне $< 0,05$

Итоги регрессии для зависимой переменной: рак желудка (исходная позиция) $R = 0,55504517$, $R^2 = 0,30807515$, Скорректир. $R^2 = 0,26132347$, $F(5,74) = 6,5896$, $p < 0,00004$. Станд. ошибка оценки: 19,248						
	Бета-ко- эффици- енты	Стд. ош. Бета	В Коэффици- ент регрес- сии	Стд. ош. В	t(74)	p-уров.
Св. член			38,92277	9,872330	3,94261	0,000181
2	0,263015	0,110548	1,55517	0,653658	2,37919	0,019931
4	0,190555	0,530626	0,00109	0,00303	0,15987	0,631225
13	0,194083	0,147493	0,00625	0,004747	1,31588	0,012277
14	0,045115	0,124432	0,00062	0,001705	0,36257	0,717962
16	-0,405249	0,113914	-0,11139	0,031312	-3,55751	0,000658
17	0,021880	0,126379	0,00097	0,00559	0,17313	0,863002
Итоги регрессии для зависимой переменной: рак желудка (конечная позиция) $R = 0,57671593$, $R^2 = 0,33260127$, Скорректир. $R^2 = 0,29334252$, $F(3,51) = 8,4720$, $p < 0,00011$. Станд. ошибка оценки: 18,881						
Показа- тели	Бета-ко- эффици- енты	Стд. ош. Бета	В Коэффици- ент регрес- сии	Стд. ош. В	t(51)	p-уров.
Св. член			62,26822	9,608996	7,21553	0,000000
2	0,265992	0,124948	1,54282	0,889680	2,12881	0,038121
13	-0,563131	0,124528	0,00004	0,002565	-4,52213	0,000037
16	0,277717	0,115833	-0,12649	0,045054	2,39756	0,020204

Примечание: Исходная позиция – показатели № 2, 4, 13, 14, 16, 17. Конечная позиция – показатели № 2, 13, 16. Кодирование показателей соответствует примечанию табл. 5.2.

Высокая значимость свободного члена регрессии (конечная позиция отбора показателей) при умеренном уровне регрессионной зависимости (табл. 5.5), [формула (5,9)] позволяет использовать ее для эпидемиологического прогноза заболеваемости.

Регрессионная зависимость представлена:

$$Y_{\text{ж}} = 62,27 + 1,54x_2 + 0,00004x_{13} - 0,12x_{16}, \quad (5.9)$$

где: $Y_{\text{ж}}$ – уровень заболеваемости раком желудка; x_2 – общий техногенный выброс; x_{13} – денежные расходы населения в среднем на душу населения в месяц, руб.; x_{16} – число больничных коек на 10 тыс. населения.

Таким образом, на первом этапе определения факторных критериев для каждой нозологии методом исключения были выделены факторные высоко значимые доминанты ($p < 0,05$) воздействия, которые прямо или косвенно формируют в крае распространение онкологических заболеваний. Были формализованы регрессионные модели с высоким уровнем зависимости и значимости факторов в прогнозные модели распространения рака кожи, легких и желудка. Распространение рака почек не имеет корректной модели, что не позволяет прогнозировать распространение данного заболевания.

5.4.2. Классификационные критерии доминантных факторов воздействия в распространении разного уровня онкологической заболеваемости

Следующий этап обследования – классификация факторного воздействия согласно уровню онкологической заболеваемости. Для каждой патологии эти уровни имели разные диапазоны. Проведенный дискриминантный анализ распространения разного уровня онкологических заболеваний дал убедительные результаты – *Лямбда Уилкса*: 0,3752298 *приблизж.* $F(3,304) = 168,7234$, $p < 0,0000$. Показатель Лямбда Уилкса указывает на высокую степень различия, если его величина близка к 0. Статистическую значимость полученного результата определяли величины « F » и « p ». В нашем случае разный уровень заболеваемости имел Лямбда Уилкса достаточно близкий к 0 (0,38), при большом $F(168,7234)$ и малом $p(<0,01)$. Поэтому уровень заболеваемости на территории края был ранжирован на три ранга –

«высокий», «низкий» и «умеренный». Задача классификации – определение факторных критериев внешнего воздействия, вызвавших изменение уровня заболеваемости.

В качестве инструмента решения этой задачи использовался метод многомерной статистики «Дерева классификации» (STATISTICA 6.1 – модуль «Classification Trees»). Этот метод позволил предсказать принадлежность объекта наблюдения (в данном случае заболеваемость конкретной нозологией) к тому или иному рангу (высокому, умеренному и низкому уровню распространения) с соблюдением иерархической структуры зависимости. Данный метод слабо распространен в вероятностно-статистическом распознавании образов, однако он идеально приспособлен для графического представления. Поэтому сделанные на его основе выводы гораздо легче интерпретировать, чем если бы они были представлены только в числовой форме. Преимущество данного метода заключается также в присущей ему гибкости, последовательности изучения эффекта влияния отдельных компонентов. В результате, используя предыдущие исследования по выделению индикаторных факторов воздействия, обработав их с помощью предложенного модуля, согласно уровню заболеваемости **раком легких**, было подтверждено определяющее значение «мощности амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. насел.» (17) и «денежных расходов в среднем на душу населения в месяц, руб.» (13) (рис. 5.13).

Влияние «твердых взвешенных веществ в воздухе» не имеет определяющего значения в изменении уровня заболеваемости, хотя полностью исключить его из этиологии заболевания необоснованно, так как при комплексном рассмотрении общего загрязнения как фона, роль данного показателя значительна. «Дерево классификации» решений показывает, что первый («низкий») уровень заболеваемости (в верхнем правом углу квадратов рис. 5.14.) отличается от «высокого» уровня заболеваемости (3) показателем «мощности амбулаторно-клинических учреждений» (17), причем, чем больше «мощность этих

учреждений», тем выше уровень диагностирования данной патологии и, как следствие, происходит увеличение уровня заболеваемости.

Рис. 5.13. Классификационная значимость факторов внешнего воздействия в распространении рака легких в Приморском крае

Примечание. Предикторы – климатические: 1 – скорость ветра; загрязнение воздуха: 2 – общий техногенный выброс, 3 – содержание твердых взвешенных веществ в воздухе, 4 – содержание CO в воздухе; химический состав подземных вод: 5 – содержание As в подземных водах, 6 – содержание Cr в подземных водах, 7 – Содержание So_4 в подземных водах, 8 – жесткость подземных вод, 9 – загрязнение подземных вод фенолом, 10 – содержание No_3 в подземных водах, 11 – содержание Mo в подземных водах; химический состав питьевых вод: 12 – химический состав водопроводной сети; доходы и расходы населения: 13 – денежные расходы в среднем на душу населения в месяц, руб., 14 – размер пенсий, 15 – денежные доходы населения в среднем на душу населения в месяц, руб.; медицинское обслуживание: 16 – число больничных коек на 10 тыс. насел., 17 – мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. насел., 18 – количество врачей на 10 тыс. насел., 19 – количество среднего медицинского персонала на 10 тыс. насел.; демографические показатели: 20 – распределение населения по полу (муж.), 21. - распределение населения по полу (жен.), 22 – количество населения старше трудоспособного возраста, 23 – среднегодовая численность населения, занятая в экономике, чел.

«Высокий» уровень диагностирования рака легких отмечается при посещении в смену на 10 тыс. насел. более 286,2 чел., «умеренный» уровень – от 166 до 212 чел. и «низкий» уровень – меньше 166 чел. На третьем уровне принятия решений дерева классификации выходит показатель «денежные расходы населения в среднем на душу населения в месяц, руб.», который разделяет «высокий» (3) и «умеренный» (2) уровень заболеваемости (рис. 5.14).

Рис. 5.14. «Дерево классификации» на разных иерархических уровнях принятия решений по критериям порогового влияния внешних факторов на распространение рака легких в Приморском крае

Примечание. Предикторы – 13 – денежные расходы в среднем на душу населения в месяц, руб., 17 – мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. населения.

Таким образом, Приморский край – это регион, где нерешенные социальные проблемы влияют на распространение многих заболеваний, и в частности онкологии легких. При скрытом процессе на ранних стадиях развития рака легких важным является своевременное

диагностирование, которое может положительно повлиять на лечение и профилактику данного заболевания. Поэтому повышение уровня распространения онкологических заболеваний легких в регионе имеет сложный причинно-следственный механизм с положительной и отрицательной тенденцией развития, где положительным является высокий уровень диагностирования, а отрицательным – высокий уровень заболеваемости. «Умеренный» и «высокий» уровень заболеваемости определяют денежные расходы населения, влияющие на уровень диагностирования.

При выделении факторных приоритетов в распространении **рака почек** были выбраны показатели с достаточно высоким уровнем значимости (рис. 5.15). В результате уровень заболеваемости раком почек в Приморском крае во многом определяется химическим составом подземных вод (рис. 5.15).

Рис. 5.15. Классификационная значимость факторов внешнего воздействия в распространении рака почек в Приморском крае

Примечание. Предикторы: 7 – Содержание So_4 в подземных водах; 8 – Жесткость подземных вод; 12 – Химический состав водопроводной сети.

Критериями классификации являются «жесткость воды» ниже величины 5,9 мг-экв./л и на втором иерархическом уровне принятия решений классификации – «содержание SO_4 в подземных водах» больше 9,8 мг/дм³ в населенных пунктах, используемых в питьевом водоснабжении подземные воды (рис. 5.16).

Рис. 5.16. «Дерево классификации» на разных иерархических уровнях принятия решений по критериям порогового влияния внешних факторов на распространение рака почек в Приморском крае

Примечание. Предикторы – 7 – Содержание SO_4 в подземных водах, 8 – жесткость подземных вод, 12 – химический состав водопроводной сети.

На третий уровень принятия решений выходит показатель химического состава водопроводной сети, причем, чем ниже показатель, тем заболеваемость выше. Данные классификации указывают на высокий уровень экологической зависимости распространения рака почек в Приморском крае от качества употребляемой воды. Отсутствие показателей медицинского обслуживания в классифицировании заболеваемости говорит о пониженном уровне диагностирования данного заболевания.

Рак кожи. При анализе входящих в регрессионную модель факторов-предикторов, согласно табл. 5.4, были отобраны 8 показателей, имеющих различный ранг значимости. Наибольший вес имели показатели «размер пенсии» (14), «общий техногенный выброс» (2) и «количество врачей на 10 тыс. насел.» (18) (рис. 5.17).

Рис. 5.17. Классификационная значимость факторов внешнего воздействия в распространении рака кожи в Приморском крае

Примечание. Предикторы соответствуют примечанию на рис. 5.13.

«Дерево классификации» относительно уровня заболеваемости показало, что на первом иерархическом уровне принятия решений классификации однозначно выступил показатель «размер пенсий», который сформировал «низкий» и «умеренный» уровень заболеваемости. При показателях выше минимальной пенсии – в сторону «низкой» заболеваемости; при показателях ниже минимальной пенсии – в сторону «умеренной» заболеваемости (рис. 5.18). Подобная зависимость косвенно подчеркнула проблему доступности диагностирования и лечения в крае, особенно среди лиц пенсионного возраста.

На втором и последующих уровнях классификации показатель «общий техногенный выброс», который установил следующие критерии: «низкий» уровень – «общий техногенный выброс» $\leq 8,4$ тыс.; «средний» уровень – 8,4–15,0 тыс. и «высокий» уровень – ≥ 15 тыс. т.

Определяющими являются показатели «число больничных коек на 10 тыс. насел.» (16), «денежные расходы в среднем на душу населения в месяц, руб.» (13) и «общий техногенный выброс» (2).

Рис. 5.18. «Дерево классификации» на разных иерархических уровнях принятия решений по критериям порогового влияния внешних факторов на распространение рака кожи в Приморском крае

Примечание. Предикторы – 2 – общий техногенный выброс, 14 – размер пенсий.

Совершенно очевидным является косвенный характер воздействия внешних факторов на заболеваемость раком желудка, что говорит о этиологической сложности экологической зависимости данного заболевания. Большое значение имеет уровень медицинского обслуживания населения края и материального состояния населения края,

что особенно характерно для последних лет, когда сократилось бесплатное финансирование лечения онкологических больных.

В зависимости от того, насколько увеличиваются расходы населения, настолько колеблется и уровень заболеваемости, что является большой социальной проблемой региона.

Рак желудка. Согласно анализу регрессионной модели, представленной в табл. 5.5, для классификации была использована исходная позиция отбора факторов, подтвердившая (по рангам значимости) конечную позицию факторов влияния (рис. 5.19).

Рис. 5.19. Классификационная значимость факторов внешнего воздействия в распространении рака желудка в Приморском крае

Примечание. Предикторы соответствуют примечанию на рис. 5.13.

В результате анализа «дерева классификации» решений были установлены пороговые критерии в формировании разных уровней заболеваемости раком желудка (рис. 5.20).

В результате, если число больничных коек на 10 тыс. населения превышает величину 52,3, то это говорит о наличии «высокого» уровня заболеваемости раком желудка (рис. 5.20).

Хорошо это или плохо, однозначно ответить сложно, так как увеличение числа коек может свидетельствовать об увеличении уровня заболеваемости или о повышении уровня диагностирования.

Влияние «общего техногенного выброса» более 25 тыс. т. в Приморском крае определяет высокий уровень заболеваемости, что указывает на техногенную обусловленность развития рака почек. Денежные расходы определяют третий уровень принятия решений.

Таким образом, распространение рака желудка в Приморском крае социально и техногенно предопределено, поэтому для профилактики данного заболевания необходимо решать региональные проблемы здравоохранения, материальной обеспеченности населения, а также экологической безопасности населения края.

Рис. 5.20. «Дерево классификации» на разных иерархических уровнях принятия решений по критериям порогового влияния внешних факторов на распространение рака желудка в Приморском крае

Примечание. Предикторы – 2 – общий техногенный выброс, 13 – денежные расходы в среднем на душу населения в месяц, руб., 16 – число больничных коек на 10 тыс. населения.

5.4.3. Определение пороговых критериев экологической зависимости распространения онкологических заболеваний в Приморском крае

Определение пороговых критериев экологической зависимости распространения онкологической заболеваемости является актуальной региональной проблемой регламентирования и нормирования в эпидемиологических исследованиях. Для определения критериев зависимости распространения онкологических заболеваний от воздействия внешней среды были использованы рассмотренные выше классификационные уровни влияния внешних факторов. Именно классификационные уровни позволили установить решающее (пороговое) значение отдельных факторов в определенной точке показаний, влияющих на формирование «низкого», «умеренного» и «высокого» уровней популяционной онкологической заболеваемости в Приморском крае, причем для разной нозологии одни и те же показатели различались по величине. Следующим этапом критериальной оценки явилось определение фонового уровня факторов внешнего воздействия. Под фоновым уровнем понимается безопасное воздействие факторов внешней среды на распространение онкологических заболеваний в Приморском крае. Определение фонового уровня включало установление связи между изменением уровня заболеваемости и соответствующими показаниями факторов внешней среды, единых во временных и территориальных аспектах. Сопоставлялись показатели среднегодовой заболеваемости за период 1991–2005 гг. по 33 административным объектам края с показателями внешнего воздействия в территориально сопоставимой динамике. Был определен интервал низкого уровня заболеваемости в крае. Его показатели сравнивались с соответствующими значениями значимых средовых показателей, выявленных регрессионным и классификационным анализами. Статистическим методом была определена вариация разброса значений средовых показателей с получением средних значений и их ошибок (при $p < 0,05$) (табл. 5.6).

Таблица 5.6

**Критерии внешнего воздействия при распространении
онкологических заболеваний в Приморском крае (1991–2005 гг.)**

Факторы внешней среды	Класси- фикаци- онные уровни фактор- ного воз- действия	Фоновые уровни внешних факторов воздействия (при p<0,05)	Пороговые критерии экологиче- ской зависимости заболеваний		
			Низкий уровень заболева- емости	Умерен- ный уро- вень за- болевае- мости	Высокий уровень заболева- емости
Рак легких					
Мощность амбулаторно- поликлинических учре- ждений, посещений в смену на 10 тыс. насел. (17)	286,2	165,8 ± 12,8	165,8– 202,7	202,7– 286,2	286,2– 366,6
Денежные расходы насе- ления в среднем на душу населения в месяц, руб. (13)	2377,2	774,0 ± 39,0	<774,0	774,0– 2377,2	2377,2– 6826,8
Рак почек					
Жесткость подземных вод, ммоль/л (8)	5,9	3,8 ± 0,4	3,8–5,5	5,5–5,9	>5,9
Рак кожи					
Минимальный размер пенсии, руб. (14)	1439,0	1228 ± 41,3	1228,0- 1261,8	1261,8– 1439,0	>1439,0
Общий техногенный вы- брос, тыс. т. (2)	8,4; 15,0	8,4 ± 0,9	<8,4	8,4–15,0	15,0–24,6
Рак желудка					
Число больничных коек на 10 тыс. насел. (16)	152,3	149,4 ± 10,6	>222,6	152,3– 222,6	<152,3
Общий техногенный выброс, тыс. т. (2)	24,9	13,1 ± 0,9	13,1–18,9	18,9–24,9	>24,9
Денежные расходы населения в среднем на душу населения в ме- сяц, руб. (13)	2500	691,0 ± 38,1	691,0– 2023,0	2023,0– 2500,0	>2500,0

Аналогично фоновому уровню были определены значения факторов среды при «умеренной» и «высокой» заболеваемости, сопоставление которых с классификационными критериями позволило оценить пороговые критерии экологической зависимости распространения онкологических заболеваний в Приморском крае.

Анализ данных табл. 5.6 подтвердил сложность зависимости распространения онкологической заболеваемости от социальных факторов. Если «мощность амбулаторно-поликлинических учреждений» и «число больничных коек» влияет на снижение заболеваемости, то «денежные расходы населения» возрастают (до 6826,8 руб.), что влечет повышение уровня диагностирования и, как следствие, увеличение уровня заболеваемости (особенно рака легких). Данная зависимость является огромной социальной проблемой края.

Аналогичная ситуация возникает и с размерами пенсий, люди с малой пенсией вошли в группу с низкой заболеваемостью в связи с малой обращаемостью или отказом от лечения.

Природно-техногенное воздействие показывает четкую экологическую зависимость: чем сильнее загрязнение («общий техногенный выброс») или чем выше «жесткость подземных вод» при почечных заболеваниях, тем уровень заболеваемости выше. Причем рак кожи формируется при более низких показателях «общего техногенного загрязнения» (8,4 тыс. т.), чем рак желудка (13,1 тыс. т.) (табл. 5.6).

Важной задачей эпидемиологических исследований является прогнозирование распространения уровня заболеваемости населения, живущего в различных природно-экологических условиях, изменение которых может вызвать повышение риска распространения онкологических заболеваний.

Исходя из совокупного воздействия факторов среды на человека (как заболеваемости населения), в качестве прогнозных моделей были использованы регрессионные связи, представленные в подглаве 5.4.1 [см. формулы (5.7) – (5.9)]. Подставляя в регрессионные формулы фоновые критерии и пороговые критерии при «низкой», «умеренной»

и «высокой» заболеваемости, определили интегральные средовые показатели, позволяющие оценить общий эпидемиологический риск распространения онкологических заболеваний в крае (табл. 5.7).

Таблица 5.7

Прогнозный показатель эпидемиологического риска распространения онкологических заболеваний в Приморском крае

Показатель совокупного факторного воздействия (Y)				
Факторы, вошедшие в регрессионную зависимость	Фоновые показатели	Низкий уровень заболеваемости	Умеренный уровень заболеваемости	Высокий уровень заболеваемости
Рак легких $Y_{\text{л}}=11,6+0,002 x_{13} +0,12 x_{17}$				
(x ₁₃) «Денежные расходы населения в средн. на душу населения в месяц, руб.» (x ₁₇) «Мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, посещений в смену на 10 тыс. насел.»				
Интервальные пределы интегральных показателей	31,4–34,7	31,4–37,5	37,5–50,7	50,7–69,5
Рак кожи $Y_{\text{к}}=46,36+0,04x_2 +1,65x_{14}$				
(x ₂) «Общий техногенный выброс (тыс. т.)», (x ₁₄) «Минимальный размер пенсии, руб.»				
Интервальные пределы интегральных показателей	2004,7– 2141,1	2072,9– 2128,6	2128,6– 2421,31	2421,3–2421,7
Рак желудка $Y_{\text{ж}}=62,27+1,54 x_2+0,00004x_{13}-0,12 x_{16}$				
(x ₂) «Общий техногенный выброс (тыс. т.)», (x ₁₃) «Денежные расходы населения в средн. на душу населения в месяц, руб.» (x ₁₆) «Число больничных коек на 10 тыс. насел.»				
Интервальные пределы интегральных показателей	63,6–63,7	54,4–63,4	72,2–72,6	>81,5

Таким образом, определение критериев оценки экологической зависимости распространения онкологических заболеваний связано с конкретизацией факторного воздействия, где для каждой нозологии были выделены различные наиболее значимые показатели. Установлено, что распространение онкологических заболеваний в Приморском крае во многом определяется влиянием социальных факторов (доходы и расходы населения, уровень медицинского обслуживания) и лишь заболевания раком кожи и раком желудка зависят от величины общего техногенного выброса. Рак почек зависит от жесткости подземных вод Приморского края. Однако при характеристике внешнего воздействия нужно обязательно учитывать характер совокупного влияния окружающей среды, на фоне которой формируются отдельные приоритеты воздействия. Так, если уровень заболеваемости раком легких наиболее чувствителен к величине «денежных расходов» и «мощности поликлинических учреждений», то это не значит, что влияние техногенного загрязнения и других экологических факторов не имеет для данной патологии должного значения. Экологическая среда влияет на человека совокупно с эффектом синергизма, поэтому, если выступает тот или иной фактор, то это, в первую очередь, указывает на серьезность проблемы. Оценка критериев опирается на моделирование зависимости распространения уровня заболеваемости от факторов внешней среды и классификации пороговых значений показателей относительно уровня заболеваемости. Именно такая оценка позволила определить, как фоновые показатели, при которых отмечается наименьший уровень онкологической заболеваемости в крае, так и пороговые показатели факторов внешней среды, при которых возникает эпидемиологический риск распространения данного заболевания.

Таким образом, экологическая зависимость распространения онкологической заболеваемости имеет сложный многослойный механизм формирования. В основе зависимости лежит качество среды обитания человека, которое вызывает повышенные нагрузки на организм человека, снижая общий иммунитет организма.

Затем, в зависимости от индивидуальной физиологической поломки организма, на общем негативном фоне происходит избирательное совокупное действие на ослабленный орган системных свойств среды, формирующих заболевание характерной для этих условий онкологической нозологии. Совокупное воздействие внешней среды выражается через реакцию организма на отдельные факторы, изменение величины которых повлечет усугубление болезни. Определение пороговых критериев подобных изменений позволяет прогнозировать эпидемиологический риск с целью коррекции качества среды обитания для предотвращения развития онкологических заболеваний у населения региона.

ГЛАВА 6. ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ ЙОДДЕФИЦИТНЫХ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

Эндокринная система организма человека одной из первых реагирует на изменения окружающей среды и играет важную роль в адаптации к неблагоприятным воздействиям (Дедов и др., 2006; Гегерь, 2010; Гигиеническая характеристика..., 2010; Жукова и др., 2010; Кику, 2014; Доклад о состоянии здоровья..., 2015; Заболеваемость всего населения..., 2015; О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия..., 2016). Йоддефицитные и сердечно-сосудистые заболевания относятся к числу наиболее распространенных неинфекционных болезней человека. Сегодня более 2 миллиардов жителей Земли испытывают дефицит йода. По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ), 1,5 миллиарда жителей Земли имеют риск развития ЙДЗ; у 655 миллионов людей в мире диагностирован эндемический зоб (ЭЗ); 43 миллиона имеют нарушения функции мозга и умственную отсталость вследствие йодного дефицита (Основы анализа риска..., 2012). Серьезной проблемой для большинства территорий страны являются заболевания щитовидной железы (Лужецкий, 2010; Лужецкий и др., 2013; Особенности клинико-лабораторного статуса..., 2010; Особенности эндокринных нарушений..., 2014; Патология щитовидной железы..., 2016; О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия ..., 2016). Согласно современных представлений

о патогенезе эндемичности йоддефицитных заболеваний в большинстве регионов страны и мира струмогенность факторов среды обуславливают йоддефицит в организме (Дедов и др., 2006; Рукавишников и др., 2013; Сперанская, Сергеев, 2014; Endocrine – Disrupting..., 2012; Andryukov, Veremchuk, 2013). В связи с этим возникает необходимость проведения комплексных гигиенических и эпидемиологических исследований с изучением роли факторов среды обитания в **обусловленности** йоддефицитных состояний на региональном уровне и научного обоснования системы мероприятий по их профилактике (Маркин, Чижов, 2003; Влияние загрязнения..., 2017). В России распространенность заболеваний, связанных с йоддефицитом, достаточно высока и составляет до 15 % среди взрослой женской популяции и несколько меньше среди мужчин. С увеличением возраста соотношение мужчин и женщин с йоддефицитом немного нивелируется (О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия..., 2016).

Приморский край – это отдаленный, малозаселенный, в целом экологически благополучный регион России. Однако мозаичная структура природно-климатических условий, а также особенности хозяйственной деятельности создают в городских и сельских поселениях характерную локальную специфику экологических и социальных проблем, отражающихся на здоровье населения (Веремчук и др., 2000; Веремчук, Иванов, 2008; Андрюков и др., 2015). Воздействие каждого фактора окружающей среды на человека имеет свои особенности, которые в совокупности и в определенных пределах создают специфический эффект не только обусловленности, связанной с недостатком йода в почвах региона, но и экологической зависимости действия множества других факторов среды, влияющих на распространение и течение заболеваний (рис. 6.1). Эпидемиологическая оценка состояния здоровья населения Приморского края за последние 15–20 лет показала достаточно высокий уровень йоддефицитных заболеваний (Андрюков, 2010; Доклад о состоянии здоровья..., 2015; Заболеваемость всего населения..., 2015).

Рис. 6.1. Содержание йода в почве Приморского края и распространение йоддефицитных заболеваний на территории региона в 2000–2003 гг.
(Андрюков и др., 2005)

Клинические проявления и симптомы йоддефицитных заболеваний также активно связаны с эффектом воздействия тиреоидных гормонов на сердечно-сосудистую систему (Гаркунова, Аметов, 2004; Петунина, 2002; Карась, Обрезан, 2009; Гипотиреоз и сердечно-сосудистые заболевания..., 2014). Как избыток, так и недостаток тиреоидных гормонов вызывает изменения сердечной сократимости, сердечного выброса, артериального давления и общего периферического сосудистого сопротивления (ОПСС) (Петренко и др., 2005; Антонюк и др., 2007; Авдеева и др., 2012; Подчерняева, 2015). Изменения со стороны сердечно-сосудистой системы являются наиболее частыми при нарушении функции щитовидной железы.

Понимание механизмов действия гормонов щитовидной железы на кардиоваскулярную систему может объяснить изменения сердечного выброса, сердечной сократимости, артериального давления, нарушения ритма, связанные с дисфункцией щитовидной железы. В большинстве случаев сердечно-сосудистые изменения обратимы при нормализации функции ЩЖ. Становится все более очевидным, что и острая, и хроническая сердечно-сосудистая патология может изменять обмен тиреоидных гормонов и тем самым вносить свой вклад в прогрессирование сердечно-сосудистой недостаточности. В результате данной зависимости разработка модели развития экологической обусловленности йоддефицита проводилась при параллельном рассмотрении йоддефицитных и сердечно-сосудистых заболеваний (Симонова и др., 2013; Сыч и др., 2003; Гиперфункция..., 2015).

6.1. Технологии определения количественных критериев экологической обусловленности и зависимости развития йоддефицитных заболеваний

Важным направлением в медико-экологических исследованиях является нормирование и регламентирование внешнего воздействия на человека. Для определения количественных критериев должна использоваться объективная, представительная и сопоставимая информация, характеризующая системы «человек» и «среда». Под объективностью понимается использование, по возможности, полной информации об окружающей среде, не ограниченной известной конкретикой. Так, геохимические зоны в литературе, как правило, связывают с ареалами эндемичного зоба, а сердечно-сосудистую заболеваемость – с образом жизни и др. (Бойцов, 2012; Contribution of..., 2015).

Представительная информация должна охватывать регионы с разнообразными особенностями внешнего воздействия на человека как популяцию. Важное условие – сопоставимость информации. Сопоставимость устанавливается единым уровнем исследования.

Так, если рассматриваются клинические показатели организма человека, факторы среды привязываются к конкретной локальной среде его обитания, если рассматривается популяционная заболеваемость, то среда рассматривается согласно сопоставимым данным мониторинга того же района. Основными задачами явились:

- определение совокупных экологических нагрузок на заболеваемость населения;
- выделение индикаторных факторов среды, участвующих в процессе развития эколого-зависимого заболевания;
- определение классификационных и пороговых критериев индикаторных факторов среды.

1. *Определение совокупных экологических нагрузок, формирующих заболеваемость населения.* В основе определения экологических нагрузок лежит медико-экологическое моделирование с использованием принципов интегрирования и учетом неопределенности случайных влияний факторов окружающей среды на человека.

Принцип интегрирования заключается в том, что взаимоотношения *части* и *целого* характеризуются совокупностью трех элементов: существованием связей между частями целого; утратой некоторых свойств части при вхождении в целое; появлением новых свойств у целого, обусловленных свойствами составных частей. При этом обязательной является упорядоченность частей, детерминированность их пространственного и функционального взаимоотношений, часть становится компонентом интегрального целого, внутренне объединенного. Этот принцип пересекается с известным положением У. Эшби (2015), который рассматривает общую теорию систем как общую теорию обобщения.

Принцип неопределенности предполагает неопределенность и расплывчивость процессов, изучаемых с учетом случайного изменения факторов с исследованием механизмов антиэнтропийных процессов, для изучения которых синергетика привлекает новейшие достижения теории информации.

Для установления механизмов антиэнтропийных процессов вводилась количественная мера информации, предложенная К. Шенноном, позволяющая ввести понятие «информация» как меры структурной упорядоченности самых разнообразных по своей природе систем (Теория информации..., 1974). Информационно-энтропийный анализ выявил пробелы эволюционных концепций, представляющих собой попытки сведения к простым механизмам самоорганизации биологических видов без учета обстоятельства, что системы высокого уровня сложности могут быть созданы на основе изначально заложенной информации (Теория информации..., 1974).

В результате использовались основные информационные характеристики [см. формулу (5.2)]:

$H = - \sum_{i=1}^i p_i \log_2 p_i$ – функции, учитывающие вероятностное распределение отдельных элементов качества среды обитания и показателей уровня заболеваемости щитовидной железы и сердечно-сосудистой системы. Построение модели решения данной задачи базировалось на основе понятия *безусловной энтропии* результирующего фактора H (в данном случае заболеваемость) и *условной энтропии* зависимости y от x $H(y/x)$ с использованием байесовского подхода. H – это определенный уровень дезорганизации системы результирующего показателя (заболеваемость), а $H(y/x)$ – зависимость заболевания от влияния факторов среды обитания. Разница H и $H(y/x)$ указывает на степень непосредственного влияния фактора среды на уровень заболеваемости.

Исходя из представленных информационных характеристик была выстроена архитектура интегративной модели, в основе которой лежит сопоставление *безусловной* и *условной энтропии* с определением степени значимости различия средних по t Стьюдента.

Для информативности результатов был использован относительный показатель избыточности информации (R % – обратная величина энтропии), позволяющий устанавливать «потенциал» действия на человека всей сложной системы ОС (чем выше показатель R , тем система

несет больше полезной информации) (Теория информации..., 1974). Как правило, зависимость заболеваемости от окружающей среды упорядочивает независимую безусловную энтропию. Поэтому разница величины условной и безусловной энтропии позволила количественно оценить степень экологической обусловленности развития заболеваний [см. формулу (5.5)]. Чем больше и значимей величина различия между энтропиями (безусловной и условной), тем выше степень интегрированного и неопределенного влияния множества факторов среды на человека.

2. *Выделение индикаторных факторов среды, участвующих в процессе развития эколого-зависимого заболевания.* Исходя из общего и системного интегративного влияния внешней среды на человека, особенно важным и сложным является вычленение из общего конгломерата воздействующих факторов индикаторных показателей, отвечающих за формирование структурного механизма экологической обусловленности заболевания.

Из множества различных вычислительных методов нами в качестве инструмента расчета был взят программный пакет «NeuroShell 2», имитирующий работу человеческого мозга со способностью классифицировать примеры, делать предсказания или принимать решения, основываясь на опыте прошлого, используя тренировочные наборы данных. Процедура расчета индикаторных показателей складывалась из следующего: построение нейросети с выбором показателей для входов, выходов и выделения тестового набора наблюдений; проектирование сети с выбором сети с обратным распространением ошибки и архитектурой Ворда; обучение сети.

Выбор переменных является решающим шагом в достижении эффективной работы нейронной сети, являясь входами сети. Нейронная сеть предполагает, что каждый вход является непрерывной переменной, интенсивность которой соответствует «силе» входа. Определяющим шагом является выбор зависимой переменной для выхода. Проектирование сети проводится путем выбора сети с обратным

распространением ошибки и архитектурой Ворда. Сети с обратным распространением ошибки известны своей способностью к обобщению в широком диапазоне разнообразных задач. Сети с обратным распространением ошибки обучаются «с учителем», т.е. при тренировке используются как входы, так и выходы. Сети Ворда имеют несколько скрытых блоков, которые используют различные передаточные функции с выделением различных признаков во входных данных. Для выделения свойств конструкция сети одного скрытого блока использует Гауссову функцию в середине диапазона данных; в другом скрытом блоке применяется комплементарная Гауссова функция с выделением свойств в верхних и нижних частях данных. В результате выходной слой имеет возможность смотреть на данные «с разных точек зрения».

Обучение с обратным распространением ошибки для тренировки сетей с обратным распространением (обучение примерам в тренировочном наборе) позволяет в процессе тренировки просматривать **показатели важности**, являющиеся грубой мерой важности этой переменной для предсказания выхода сети по отношению к другим входным переменным той же сети. Чем больше число, тем больше вклад данной переменной в предсказании или классификации. Кроме того, показатель важности позволяет принимать решения о том, какие переменные можно исключить из рассмотрения сетью, чтобы упростить ее. Нейронные сети способны находить взаимосвязи между переменными, когда ни одна из самих этих переменных не имеет высокой корреляции с ответом. Очевидно, что если какая-либо переменная имеет высокую корреляцию с ответом, у этой переменной будет высокий показатель важности. На показатель важности также оказывает влияние количество входных переменных. В результате отбор показателей важности по абсолютной величине позволяет систематизировать степень воздействия факторов окружающей среды на человека, где заболеваемость является зависимой переменной выхода.

Наибольшие по величине показатели важности характеризуют индикаторные средовые факторы воздействия.

3. *Определение классификационных критериев индикаторных факторов воздействия.* Важной задачей моделирования экологической обусловленности заболеваний является определение пороговых критериев наиболее значимых факторов воздействия, полученных в результате анализа показателей важности.

В качестве инструмента решения этой задачи использовался метод многомерной статистики «Деревья классификации» (*STATISTICA 8 – модуль «Classification Trees»*). Этот метод позволяет предсказать принадлежность объекта наблюдения к тому или иному уровню распространения заболеваемости с соблюдением иерархической структуры зависимости (Боровиков, 2003). Данный метод слабо распространен в вероятностно-статистическом распознавании образов, однако он идеально приспособлен для графического представления, и поэтому сделанные на его основе выводы легче интерпретируются, чем если бы они были представлены только в числовой форме. Преимущество данного метода заключается также в присущей ему гибкости, последовательности изучения эффекта влияния отдельных компонентов на конечный эффект (формирование заболеваемости).

Технология расчета в модуле «*Classification Trees*» представляет «дерево решений», где вопросы задаются последовательно (иерархически), а окончательное решение зависит от ответов на все предыдущие вопросы. Это похоже на положение листа на дереве с последовательностью ветвей, начиная со ствола и кончая самой последней веточкой, на которой лист растет. Иерархическое строение дерева классификации – одно из наиболее важных его свойств. Не следует, однако, чересчур буквально принимать аналогию между ним и настоящим деревом; деревья решений чаще всего рисуются на бумаге вверх ногами, так что если уж и искать аналогии в живой природе, то придется обратиться к корневой системе растения.

Другая отличительная черта метода «*Classification Trees*» – это гибкость, выраженная в способности деревьев классификации к последовательному изучению эффекта влияния отдельных переменных.

Есть еще целый ряд причин, делающих деревья классификации более гибким средством, чем традиционные методы анализа. Способность деревьев классификации выполнять одномерное ветвление для анализа вклада отдельных переменных дает возможность работать с предикторными переменными различных типов.

Дерево классификации на основе одномерного ветвления может строиться независимо от того, соответствует ли единичное изменение непрерывного предиктора единичному изменению лежащей в его основе величины. Для этого достаточно, чтобы предикторы были измерены в порядковой шкале. Иными словами, на способ измерения предикторной переменной накладываются гораздо более слабые ограничения. «Одномерное ветвление по методу C&RT» позволяет проводить любое монотонное преобразование предикторной переменной (т.е. любое преобразование, сохраняющее порядок в значениях переменной) с ветвлением на те же самые предсказываемые классы объектов (наблюдений). Если непрерывные предикторы измерены в интервальной шкале, то деревья классификации могут использовать ветвления по линейным комбинациям, подобно тому как это делается в линейном дискриминантном анализе.

С помощью предложенного модуля («*Classification Trees*») развитие экологической обусловленности и зависимости заболеваний йоддефицитных и сердечно-сосудистых рассматривалось относительно уровня заболеваемости.

Выделялись три уровня заболеваемости: 1 – низкий, 2 – повышенный, 3 – высокий. Каждый уровень отличался влиянием различных индикаторных факторов или их величиной.

С помощью данного модуля можно проследить за счет каких факторов и в каких числовых диапазонах происходит увеличение уровня заболеваемости в регионе. Иными словами, с помощью модуля «*Classification Trees*» был прослежен процесс формирования пороговых критериев различных уровней эколого-зависимой заболеваемости.

6.1.1. Влияние качества среды обитания на формирование тиреоидного статуса населения Приморского края

Известно, что гормоны щитовидной железы являются наиболее чувствительным барьером между человеком как организмом и внешней окружающей средой. В зависимости от того, какова реакция гормональной системы организма человека на внешнее воздействие, формируется степень патогенетической *эколого-обусловленности и зависимости* распространения различных йоддефицитных заболеваний (Маркин, Чижов, 2003; Андрюков, 2010, 2015).

В качестве исходных данных использовались данные обследования мужчин и женщин различных возрастных категорий, проживающих в различных природно-экологических условиях 11 промышленных центров и 22 административных районов Приморского края. У 1530 добровольных респондентов проводились клинико-лабораторные исследования: антропометрические исследования; визуально-пальпаторное исследование щитовидной железы; электрокардиографическое (ЭКГ) обследование; определение в сыворотке крови ОХС, ТГ, ХС, ЛПВП, аполипопротеидов В (Апо В), аполипопротеидов А (Апо А); меди, цинка, селена, мышьяка, лития, гормонов железы (трийодтиронин, общий и свободный тироксин), тиреотропного гормона гипофиза, антител к тиреоглобулину; оценка степени экскреции йода в моче. Впервые в региональных гигиенических исследованиях использовались эпидемиологические данные по содержанию гормонов в крови (ТТ₃, ТТ₄, FT₃, FT₄, ТТГ) у 6000 населения разных районов края. Факторы окружающей среды рассматривались по среднегодовым параметрам за период 1990–2016 гг. Внешняя среда рассмотрена в динамике (1990–2016 гг.) и многофакторно – *естественная среда* характеризовалась климатическими показателями и химическим составом подземных питьевых вод.

Антропогенное загрязнение внешней среды представлено факторами загрязнения воздуха промышленными объектами и транспортом,

загрязнением сточными водами, загрязнением почв и качеством питьевой воды в водопроводной сети.

Для характеристики социально-экономических условий использована демографическая структура населения, характеристика доходов и материальное состояние, уровень благоустройства и жилищная обеспеченность населения, характер питания и медицинское обеспечение. Таким образом, окружающая среда представлена 10 системно-структурными блоками (125 параметров): 1 климатический блок (7 параметров); 2 загрязнение воздуха (10 параметров); 3 качество питьевых вод (17 параметров); 4 загрязнение почвы (29 параметров); 5 потребление продуктов питания (10 основных видов); 6 бытовые условия проживания (8 параметров); 7 доходы (11 параметров); 8 демография (14 параметров); 9 медицинское обеспечение (8 параметров); 10 загрязнение поверхностных вод (11 параметров).

Главным методом исследования явилось математико-статистическое моделирование межфакторных взаимодействий, позволившее установить особенности взаимоотношений в системе воздействия внешней среды на гормональную систему человека. Главными инструментами структурно-функционального моделирования явились модули множественной корреляции (определение системных и межфакторных связей), нейросети (выделение доминантного воздействия отдельных компонентов в структурных блоках) и информационно-энтропийный анализ (расчет интегральных показателей в структурных блоках) (Теория информации..., 1974; Веремчук, 2002, 2007, 2014; Кику, 2013, 2014).

Показатели гормонального статуса были сопоставлены с факторами окружающей среды в единых территориальных и временных диапазонах. Использование в исследовании множественной корреляции продиктовано способностью данного метода оценивать межфакторные связи в различных единицах измерения. Была рассчитана квадратная корреляционная матрица размером 137×137 (125 внешних факторов и 12 тиреоидных показателей).

Для редукции полученных связей были выделены значения при условии $p < 0,05$ и $r > 0,5$. Выделено 987 корреляционных пар, которые были сгруппированы по 10 структурным блокам (системам). В результате корреляционные зависимости были разделены на внутрисистемные и межсистемные связи. Величина мощности определила направленность системного воздействия. Межсистемные связи характеризовали характер внешних взаимоотношений между системами. К *прямым* связям были отнесены зависимости, непосредственно воздействующие на гормональную систему организма человека. *Косвенные* связи характеризовали отдаленное воздействие на человека внешних факторов. Данная структуризация взаимосвязей позволила построить модель механизма воздействия окружающей среды на тиреоидную систему человека.

Было установлено, что тиреоидная система у жителей Приморского края очень чувствительна к факторам окружающей среды. Особенно мощное воздействие ($r > 0,8$) на гормональную систему оказывает качество питьевых вод (рис. 6.2).

Высокий уровень воздействия ($r = 0,6-0,7$) имеют состояние, загрязнение воздушной среды автотранспортом, загрязнение среды через сточные воды. Сточные воды непосредственно влияют на тиреоидную систему через эманации вредных токсических компонентов из сточных отходов.

Непосредственное действие оказывают демографические показатели. В результате реакция тиреоидной системы на внешнее воздействие зависит от пола, возраста и характера жизнедеятельности человека. Социально-экономические показатели и муссонный климат Приморского края имеют высоко значимые ($p < 0,05$), умеренные ($r = 0,5$) по силе связи. Умеренные ($r = 0,5$) связи коррелируются с величиной доходов, жилищными условиями, уровнем медицинского обслуживания и характером потребления продуктов питания (рис. 6.2).

Указанные зависимости характеризуются *прямыми* связями, непосредственно влияющими на гормональную систему человека.

Косвенные связи охватывают взаимоотношения, происходящие в самой экосистеме, благодаря которым можно проследить механизм формирования природных, антропогенных и социально-экономических процессов, в конечном итоге влияющих на человека.

Так, загрязнение окружающей среды сточными водами во многом зависит от степени загрязнения почвенного покрова и воздушной среды. В свою очередь, климатические условия (количество осадков) формируют качественный состав сточных вод. Сильные осадки разбавляют сточные воды, часть которых выносится в море, другая часть попадает в поверхностные воды (водохранилища, реки) и затем поступает в сеть водоснабжения. В результате сточные воды влияют на состояние питьевых вод. Также качество питьевых вод в водозаборных водохранилищах зависит от уровня загрязнения воздуха и почв ($r = 0,6-0,7$). Влияние климатических показателей на питьевые воды незначительно ($r = 0,5$).

Интересны косвенные взаимоотношения социально-экономических блоков. Так, демографическая структура населения определяет доходы населения, которые, в свою очередь, влияют на характер потребления продуктов питания, употребление качественной питьевой воды и приобретение благоустроенного жилища (рис. 6.2).

Следующим этапом исследования явилось выделение приоритетных факторов воздействия на тиреоидный статус населения Приморского края.

Были выделены 4 системных блока, имеющих прямые и сильные корреляционные связи ($r > 0,6$). В них вошли показатели качества питьевых вод, загрязнения среды сточными водами, загрязнение воздуха и демографическая структура населения. В качестве инструмента статистической обработки был использован пакет прикладных программ «NeuroShell 2».

Был рассчитан показатель важности ($\mathcal{E}$), определяющий меру важности переменных в предсказании выхода сети (в данном случае тиреоидной системы) по отношению к входным переменным.

Рис. 6.2. Структурная модель зависимости тиреоидной системы от влияния факторов окружающей среды

Примечание:

Чем выше $\mathcal{L}$, тем больший вклад вносит переменная в предсказание состояния гормональной системы. В результате были отобраны 9 показателей важности $>0,08$ (табл. 6.1).

Полученные результаты (табл. 6.1) показывают, что наибольшее воздействие на формирование тиреоидного статуса населения Приморского края оказывает качество питьевых вод (0,13) и обеспеченность населения свежей питьевой водой (0,117).

Таблица 6.1

Показатели важности влияния окружающей среды на тиреоидную систему жителей Приморского края

№	Показатели	Показатель важности (£)
1	рН питьевой воды	0,08
2	Загрязнение воздушной среды выхлопами грузового автотранспорта	0,09
3	Наличие хрома в сточных водах	0,095
4	Численность подростков	0,097
5	Наличие фенолов в сточных водах	0,1
6	БПК5 сточных вод	0,106
7	Численность подросткового и взрослого населения	0,113
8	Количество свежей воды, используемой для питьевых нужд, (млн м ³)	0,117
9	Химический состав (кол проб в %, не соответствующих гигиеническим нормам) децентрализованной водопроводной сети	0,13

Более уязвимой к качеству окружающей среды является тиреоидная система подросткового и взрослого населения края. Высоко значимыми в крае являются проблемы загрязнения окружающей среды сточными водами, особенно наличие в них хрома и фенола. Серьезной остается проблема загрязнения воздушной среды выхлопами грузового автотранспорта (табл. 6.1).

Таким образом, формирование тиреоидного статуса жителей Приморского края находится под очень сильным и непосредственным воздействием сниженного качества питьевых вод, которое прямо или косвенно формируется загрязнением воздуха, почв, сточных вод, климатом, уровнем благоустройства жилищных условий и доходами населения (рис. 6.2).

6.1.2. Влияние окружающей среды на распространение йоддефицитных заболеваний среди жителей Приморского края

К важнейшим медико-социальным проблемам мирового уровня относятся заболевания, обусловленные дефицитом йода в организме человека. В последнее время йодный дефицит среди населения оценивается как результат влияния неблагоприятных факторов окружающей среды (ОС), включающих недостаток йода в почвах, воде, воздухе. Так как йод является эссенциальным микроэлементом и непосредственно участвует в синтезе гормонов щитовидной железы (ЩЗ), регулируя тем самым обменные процессы в организме, недостаточное поступление йода в организм приводит к развитию целого ряда йоддефицитных заболеваний и прежде всего патологии ЩЖ. Поэтому заболевания, связанные с недостатком йода в организме человека, можно отнести к эколого-обусловленным.

Было проведено аналогичное (гл. 6.1) межсистемное моделирование, в основе которого – множественная межфакторная корреляция с определением факторного преимущества и качественных интегральных показателей. В результате данные медицинской статистики (общая заболеваемость щитовидной железой по Приморскому краю) были сопоставлены с параметрами ОС в единых территориальных и временных диапазонах. Формирование структурной архитектуры модели системных взаимосвязей включало несколько этапов.

На первом этапе была рассчитана корреляционная квадратная матрица размером 137×137 по количеству вошедших в модель факторов среды (125), заболеваемости ЩЗ (3) и 9 тиреоидных гормонов и токсичных металлов (ТТ₃, ТТ₄, FT₃, FT₄, ТТГ, меди, цинка, селена, мышьяка). Для системного анализа зависимостей в исследовании участвовали только парные связи с $r > 0,5$ и значимостью $p < 0,05$, квалифицированные как умеренные при $r = 0,5$, сильные – $r = 0,6–0,7$ и очень сильные – $r \geq 0,8$. Согласно выставленному выше условию были выделены 964 корреляционные пары, имеющие $r > 0,5$.

Второй этап включал систематизацию и классификацию выделенных корреляционных связей по сгруппированным 10 системным блокам (1 – качество питьевой воды, 2 – общее загрязнение среды через сточные воды, 3 – климат, 4 – состояние почв, 5 – загрязнение воздуха, 6 – питание, 7 – медицинское обеспечение, 8 – благоустроенное жилье, 9 – доходы населения, 10 – гормональный статус населения). Далее корреляционные связи были классифицированы на *внутрисистемные* и *межсистемные*. Все системные блоки ОС имели повышенный показатель D относительно блока йоддефицитных заболеваний ($D = 0,5$), являющегося исходной позицией моделирования и объясняющего направленность непосредственного воздействия ОС на заболеваемость ЩЖ. *Межсистемные* взаимоотношения по характеру отдаленности воздействия были разделены на *прямые* и *косвенные* связи. К *прямым* связям были отнесены зависимости, непосредственно воздействующие на распространенность заболевания ЩЖ. *Косвенные* связи характеризовали опосредованное воздействие факторов окружающей среды на формирование йоддефицитных заболеваний ЩЖ (рис. 6.3). Анализ *прямых межсистемных* связей относительно формирования и распространения заболеваний ЩЖ показал непосредственную *сильную* ($r=0,6-0,7$) зависимость заболеваний ЩЖ от качественного состояния питьевой воды, почв, загрязнения среды сточными водами и состояния тиреоидной системы. Характер питания, загрязнение воздуха *умеренно* ($r = 0,5$) определил уровень распространения данного заболевания (рис. 6.3).

Первостепенное и наиболее сильное воздействие состояния питьевой воды и почв на заболеваемость объясняется региональной особенностью окружающей среды Приморского края. Так как для окружающей среды края характерен острый дефицит йода в почвах (рис. 6.1), соответственно дефицит йода ощущается в подземных и поверхностных водах края, используемых в питьевых целях. Именно эти факторы окружающей среды определили экологическую обусловленность данного заболевания в крае.

Загрязнение воздуха (особенно в городах) и загрязнение водохранилищ сточными водами (главным образом токсичными металлами) еще более ухудшили состояние проблемы йоддефицита как на организменном (тиреоидная система), так и на популяционном уровне (уровень заболеваемости).

Так как состояние тиреоидной системы населения края формирует уровень популяционной заболеваемости ЩЖ, то можно предположить, что йоддефицитные заболевания также экологически зависимы, в первую очередь, за счет высокой уязвимости тиреоидной системы к факторам среды (рис. 6.3).

Анализ косвенных межсистемных связей указывает на огромную сложность механизма формирования популяционной йоддефицитной заболеваемости в Приморском крае. Так, качество питьевой воды как ведущего фактора воздействия во многом определяется действием других показателей ОС (климатом, загрязнением сточными водами, состоянием почв, загрязнением воздуха, уровнем благоустройства жилья, доходами населения). Аналогичная ситуация происходит и с социальными факторами среды (рис. 6.3).

Таким образом, анализ косвенных межсистемных связей позволяет более глубоко и многогранно оценивать механизм экологической обусловленности и зависимости распространения йоддефицитных заболеваний в Приморском крае.

Третий этап исследования включал выделение отдельных компонентов окружающей среды из 6 системных блоков (тиреоидная система, питание, загрязнение окружающей среды сточными водами, качество питьевой воды, состояние почв, загрязнение воздуха), имеющих непосредственное воздействие на распространенность заболеваний ЩЖ. Был рассчитан показатель важности (£ – «сети Ворда», «NeuroShell 2»), определяющий меру важности переменных в предсказании выхода сети (в данном случае параметры заболеваемости ЩЖ) по отношению к входным переменным (показатели ОС) (табл. 6.2).

Рис. 6.3. Структурная модель формирования йоддефицитных заболеваний в Приморском крае под влиянием окружающей среды

Примечание:

Корреляционные зависимости (r)

Отбор показателей важности при $\lambda > 0,009$ выделил 14 факторов. На йоддефицитные заболевания наибольшее влияние оказывают: микробиологический состав водопроводной воды, содержание в питьевой воде Al, O₂, Sr, As, содержание тяжелых металлов в почвах, содержание гормонов в крови ТЗ (меньше нормы), FT4 (больше нормы), уровень употребления населением края молока и рыбы и т.д. (табл. 6.2).

**Влияние факторов среды на формирование йоддефицитных заболеваний
в Приморском крае**

№	Показатели	Показатель важности по возрастанию (£)
1	Употребление рыбы	0,00906
2	Содержание гормонов FT4 в крови (больше нормы)	0,00908
3	Содержание As в питьевых водах	0,00912
4	Содержание фосфатов в сточных водах	0,00916
5	Содержание Sr в питьевых водах	0,00917
6	Общий сброс сточных вод, в млн/м ³	0,00919
7	Санитарно-химические показатели почв (доля проб не отвечает гигиеническим нормативам, (%))	0,0092
8	Употребление молока	0,00923
9	Содержание O ₂ в питьевых водах	0,00924
10	Содержание Al в питьевых водах	0,00932
11	Содержание гормонов Т3 в крови (меньше нормы)	0,00935
12	Выброс NO _x в воздух	0,00957
13	Содержание тяжелых металлов в почве	0,00965
14	Микробиологический состав воды в разводной водопроводной сети (кол. проб в %, соответствующих гигиеническим нормам)	0,00996

Подводя итог системно-функциональному моделированию развития экологической обусловленности и зависимости йоддефицитных заболеваний, можно сделать следующий вывод. Реакция организма человека на внешнее воздействие обусловлена первичным нарушением наиболее уязвимой тиреоидной системы, являющейся одним из основных барьеров на пути патогенетического действия окружающей среды, приводящим к развитию йоддефицитных заболеваний в Приморском крае. Так как состояние тиреоидной системы во многом определяет уровень заболеваемости щитовидной железы, можно предположить

высокую зависимость йоддефицитных заболеваний от качества среды обитания (рис. 6.4). Региональная устойчивость действия йодного дефицита (геохимический йоддефицит) в почвах края наряду с их загрязнением, низкое качество потребляемой воды и особенности питания формируют йоддефицитную патологию у населения Приморья.

Рис. 6.4. Модель формирования экологической обусловленности и зависимости йоддефицитных заболеваний в Приморском крае

Примечание: толщина стрелки указывает на силу связи; сплошная стрелка – связь с тиреоидной системой; стрелка мелкой точкой – с заболеваемостью щитовидной железой; пунктирная стрелка – с заболеваемостью сердечно-сосудистой системы.

Таким образом, системное изучение характера воздействия факторов окружающей среды на распространение йоддефицитных заболеваний в Приморском крае позволило выявить причинно-следственный механизм формирования экологической обусловленности и зависимости йоддефицитных заболеваний за счет нарушения тиреоидной системы, качества питьевой воды, дефицита йода в почвах, загрязнения

воздуха и загрязнения среды сточными водами. Социальные проблемы, кроме питания, не влияют (непосредственно) на распространенность заболеваний щитовидной железы.

6.1.3. Районирование территории Приморского края по степени воздействия внешней среды на распространение заболеваний щитовидной железы

Так как заболевания щитовидной железы в Приморском крае, как доказано выше, являются экологически обусловленными и зависимыми, распространение их по территории края в связи с различными природно-экологическими и социальными условиями является мозаичным. Причем в зависимости от возрастного контингента населения воздействие среды обитания на человека также различается.

В результате был рассчитан интегральный показатель $I(y/x)$ (количество информации экологической зависимости заболеваний), отражающий величину совокупных экологических нагрузок на взрослых, подростков и детей (гл. 6.1).

Первоначально был рассчитан общерегиональный показатель $I(y/x)$, позволивший выявить совокупный показатель экологической зависимости, дифференцированный по системам окружающей среды (климат, загрязнение воздуха, загрязнение окружающей среды сточными водами, качество питьевых вод, санитарное состояние почв, медицинское обеспечение, демографическая структура населения, доходы населения, жилищные условия, питание) по возрастным группам (дети подростки, взрослые).

Степень региональной экологической зависимости $I(y/x)$ для Приморского края показала высокую связь распространения заболеваний щитовидной железы от характера питания у подростков. Большое воздействие на формирование заболеваемости ЩЖ у детей и подростков оказывают климатические условия, у взрослых – влияние климата минимально и незначимо $I(y/x) = 2,66$ (табл. 6.3).

Таблица 6.3

**Экологическая зависимость заболеваемости щитовидной железы
в Приморском крае ($I(y/x)$ в R %)**

Факторы окружающей среды	Заболеваемость щитовидной железы $I(y/x)$		
	дети	подростки	взрослые
Климат	10,90***	7,45***	2,66
Загрязнение воздуха	8,73*	1,73	3,58
Загрязнение ОС сточными водами	2,64*	3,81	0,59
Качество питьевых вод	30,37***	4,79	1,98
Санитарное состояние почв	3,08**	7,98	2,48
Медицинское обеспечение	8,10	9,00*	5,19
Демографическая структура	2,96	1,52	0,16
Доходы населения	4,90	7,89*	2,13
Жилищные условия	6,88*	8,90**	4,35
Питание	7,75*	12,92***	5,89*

Примечание: Статистическая значимость зависимости: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Данная зависимость объясняется повышенной чувствительностью и уязвимостью детского и подросткового организмов. Самый высокий показатель полезной информации $I(y/x)$ (30,37 при $p < 0,001$) имеет качество питьевых вод, максимально влияющее на детей. Но данный фактор не является главным для подростков и взрослых. Высокую значимость действия ($p < 0,05$; $p < 0,01$) на заболеваемость ЩЖ у детей и подростков имеют социально-экономические факторы (жилищные условия, доходы населения, медицинское обеспечение).

Следующим этапом явился расчет совокупного показателя $I(y/x)$ по городам и районам края для всех возрастных групп (табл. 6.4). Данный показатель $I(y/x)$ по территории края колеблется от 2,03 до 33,91, но не всегда это различие является значимым. Для визуализации полученных результатов было проведено районирование территории Приморского края по значимым показателям экологической зависимости.

Таблица 6.4

Территориальное различие совокупной экологической обусловленности распространения заболеваний щитовидной железы в Приморском крае

Город, район	Экологическая обусловленность $I(y/x)$		
	Взрослые	Подростки	Дети
Арсеньев	6,10*	6,31*	7,16*
Владивосток	7,71	8,86	8,00
Находка	8,69	8,51	8,46
Артем	2,03	2,18	3,78
Партизанск	9,04*	10,70	7,45
Дальнереченск	5,41	6,66	8,61
Лесозаводск	5,60	7,48	8,72
Уссурийск	6,25	7,67	7,15
Дальнегорск	4,51	5,77	8,79
Спасск-Дальний	5,93*	7,49	6,88
Кировский р-н	20,55**	23,03*	23,35***
Пожарский р-н	7,32	9,05	7,83
Красноармейский р-н	9,98*	12,39	10,53
Михайловский р-н	7,85*	8,45*	8,32*
Хасанский р-н	11,55	10,01	9,98
Шкотовский р-н	11,22	8,82*	9,13*
Кавалеровский р-н	10,94	9,37	9,99
Фокино	17,96***	11,10	10,73
Анучинский р-н	5,43	10,02**	9,76*
Лазовский р-н	9,13**	8,86**	8,39*
Надеждинский р-н	10,43	9,46	9,19
Октябрьский р-н	9,49**	9,84*	9,21*
Ольгинский р-н	9,90	9,79	10,20
Партизанский р-н	10,01*	9,21*	9,76
Пограничный р-н	22,80*	20,77	20,65
Тернейский р-н	11,55	9,83	10,42
Уссурийский р-н	33,91**	32,36*	33,68***
Ханкайский р-н	11,43*	10,19*	10,90*
Хорольский р-н	12,02	13,52*	12,49
Чугуевский р-н	9,73*	10,57**	10,16*
Черниговский р-н	9,20	11,39	9,49
Яковлевский р-н	12,40*	13,17	12,64*
Спасский р-н	8,24	8,87*	8,46*
Большой Камень	7,77*	6,45	6,96

Примечание. Статистическая зависимость: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Степень экологической обусловленности и зависимости заболеваемости щитовидной железы $I(y/x)$ ранжировалась по трем качественным характеристикам: слабая ($I(y/x) < 6,0$); умеренная ($I(y/x) = 6,0-15,0$) и сильная ($I(y/x) > 15,0$) (рис. 6.5).

Совокупная экологическая зависимость развития заболеваний щитовидной железы у взрослых, подростков и детей Приморского края территориально отличается по степени негативного влияния на человека. Для всех возрастных категорий наиболее подвержены экологической зависимости заболеваний ЩЖ жители южных районов края. Причем взрослые имеют повышенный риск и в Красноармейском районе. Объясняется это в большей мере плотностью населения южных районов. Однако в Пограничном, Хорольском, Черниговском, Анучинском, Надеждинском и Партизанском районах экологическая зависимость заболеваемости на все возрастные группы меняется (рис. 6.5).

Так, «сильное» воздействие окружающая среда оказывает на взрослое население края в Пограничном, Кировском, Уссурийском и Шкотовском районах (рис. 6.5).

На подростков и детей «сильное» воздействие отмечается только в Уссурийском и Кировском районах (рис. 6.5).

Отсутствует значимое влияние ОС на взрослых в Хорольском, Черниговском и Анучинском районах; в Пограничном, Черниговском, Яковлевском районах и г. Партизанск – на подростков; Пограничном, Хорольском, Черниговском и Партизанском районах – на детей. В остальных южных районах края отмечается в основном «умеренное» воздействие ОС на распространение заболеваний ЩЖ (рис. 6.5).

Таким образом, экологическая зависимость и обусловленность распространения заболеваний щитовидной железы характерна для густо населенных южных районов Приморского края. Нужно заметить, что на прибрежных экономически развитых территориях такая зависимость отсутствует. Это объясняется увеличением потребления рыбной продукции населением края.

Рис. 6.5. Совокупная экологическая обусловленность и зависимость развития заболеваний щитовидной железы у населения Приморского края

Примечание. Административные районы Приморского края: 1. – Пожарский, 2. – Дальнереченский, 3. – Красноармейский, 4. – Тернейский, 5. – Лесозаводский, 6. – Кировский, 7. – Ханкайский, 8. – Спасский, 9. – Яковлевский, 10. – Чугуевский, 11. – Пограничный, 12. – Хорольский, 13. – Черниговский, 14. – Анучинский, 15. – Кавалеровский, 16. – Октябрьский, 17. – Михайловский, 18. – Уссурийский, 19. – Надеждинский, 20. – Шкотовский, 21. – Партизанский, 22. – Лазовский, 23. – Ольгинский, 24. – Хасанский.

Экологическая обусловленность: белый цвет – отсутствие; серый – умеренная ($I(y/x)=6,0-15,0$), темно-серый – сильная ($I(y/x) > 15,0$).

Согласно проведенному моделированию (табл. 6.3) было установлено, что неоднозначное воздействие на распространение заболеваний щитовидной железы в Приморском крае оказывает качество питьевых вод, питание, санитарное состояние почв, состояние тиреоидной системы населения и другие факторы.

Было проведено районирование территории края по показателю $I(y/x)$ для отдельных функционально-системных блоков среды обитания населения (качество питьевых вод). Показатель $I(y/x)$ был рассчитан для питьевых вод во всех возрастных группах (взрослые, подростки, дети) (рис. 6.6).

Качество питьевых вод в Приморье является актуальной проблемой здравоохранения региона. Низкое качество питьевой воды в крае связано с устаревшими технологиями очистки вод, поэтому распространение заболеваний ЩЖ в Приморском крае очень четко коррелируется с объемами выбрасываемых сточных вод. Особенно острая проблема качества питьевых вод на юго-западе края (рис. 6.6). Именно плохое качество питьевых вод вызывает заболевания щитовидной железы у взрослых и подростков.

Для взрослых критическим районом (сильное влияние) является Шкотовский, для подростков и детей – Анучинский. «Умеренное» влияние испытывают взрослые Пограничного и Уссурийского районов и дети Уссурийского и Кировского районов.

Известна обусловленность развития йоддефицитных заболеваний йодным дефицитом в почвах геохимических зон (рис. 6.1).

Приморский край – это регион геохимического йодного дефицита. Подобная связь объясняется активным употреблением продуктов питания, выращенных на таких почвах. Однако в связи со слабым развитием сельского хозяйства в крае население употребляет в пищу в основном завозные и импортные продукты. Поэтому детально проследить экологическую обусловленность заболеваемости ЩЖ состоянием почв сложно.

Согласно проведенному функционально-структурному моделированию было установлено, что в формировании йоддефицитных

Рис. 6.6. Экологическая обусловленность и зависимость заболеваний щитовидной железы от качества питьевой воды населения Приморского края

Примечание. Административные районы Приморского края: 1. – Пожарский, 2. – Дальнереченский, 3. – Красноармейский, 4. – Тернейский, 5. – Лесозаводский, 6. – Кировский, 7. – Ханкайский, 8. – Спасский, 9. – Яковлевский, 10. – Чугуевский, 11. – Пограничный, 12. – Хорольский, 13. – Черниговский, 14. – Анучинский, 15. – Кавалеровский, 16. – Октябрьский, 17. – Михайловский, 18. – Уссурийский, 19. – Надеждинский, 20. – Шкотовский, 21. – Партизанский, 22. – Лазовский, 23. – Ольгинский, 24. – Хасанский. Экологическая обусловленность: белый цвет – отсутствие; серый – умеренная ($I(y/x) = 1,5-2,0$), темно-серый – сильная ($I(y/x) > 2,0$).

заболеваний ведущую роль играет нарушение количества гормонов в организме или состояние тиреоидного статуса населения. Так как тиреоидная система наиболее чувствительна к качеству окружающей среды, ее нарушения косвенно отражают экологическую зависимость распространения заболеваний ЩЖ (рис. 6.4). Нарушения в тиреоидной системе у населения Приморского края по показателю $I(y/x)$ наиболее «сильно» выражены в центральных районах Приморского края (Хорольский, Черниговский, Спасский, Яковлевский и Чугуевский) (рис. 6.7).

Рис. 6.7. Зависимость развития заболеваний щитовидной железы от нарушений в тиреоидной системе у населения Приморского края.

Примечание. Незашифрованные территории – отсутствие экологической обусловленности заболеваний ЩЖ. Административные районы Приморского края: 1. – Пожарский, 2. – Дальнереченский, 3. – Красноармейский, 4. – Тернейский, 5. – Лесозаводский, 6. – Кировский, 7. – Ханкайский, 8. – Спасский, 9. – Яковлевский, 10. – Чугуевский, 11. – Пограничный, 12. – Хорольский, 13. – Черниговский, 14. – Анучинский, 15. – Кавалеровский, 16. – Октябрьский, 17. – Михайловский,

18. – Уссурийский, 19. – Надеждинский, 20. – Шкотовский, 21. – Партизанский, 22. – Лазовский, 23. – Ольгинский, 24. – Хасанский.

Экологическая обусловленность: белый цвет – отсутствие; серый – умеренная ($I(y/x) = 1,5-2,0$), темно-серый – сильная ($I(y/x) > 2,0$).

Прибрежные районы (от Тернейского до Хасанского) и некоторые юго-западные районы (Лесозаводский, Ханкайский, Пограничный и Октябрьский) имеют слабую, но значимую зависимость.

Таким образом, так как тиреоидная система активно с разной силой реагирует на влияние всех систем окружающей среды, она может являться индикаторным показателем экологической обусловленности йоддефицитных заболеваний. В результате в Приморском крае распространение йоддефицитных заболеваний обуславливается природно-экологическими и социальными условиями прибрежной полосы. Критическое положение экологической обусловленности складывается в центральных сельскохозяйственных районах края, где остро стоят социально-экономические проблемы (рис. 6.7). В крупных промышленных городах юга (Владивосток, Находка, Уссурийск, Артем, Партизанск, Дальнегорск) с развитой социально-экономической сферой ситуация не столь критическая, что означает отсутствие там экологической обусловленности распространения йоддефицитных заболеваний.

6.1.4. Определение классификационных критериев при прогнозировании уровня заболеваемости щитовидной железой у населения Приморского края

Определение количественных критериев внешнего воздействия факторов среды на человека является актуальной задачей современных экологических, санитарно-гигиенических научных исследований. Разработка количественных критериев позволяет решать важнейшие вопросы гигиенического нормирования и регламентирования.

Особенно остро стоит проблема регионального нормирования внешнего воздействия на организм человека.

Так как Россия – это территориально огромная страна с различными природно-экологическими условиями среды обитания человека, санитарно-гигиенические нормы и регламенты не могут быть едиными для всех регионов страны. Официальные нормы и ГОСТы определяются на основе экспериментальных исследований над животными или клинических обследований отдельных групп населения. Однако такие регламенты трудно экстраполировать на популяцию в целом. Причем нормы разрабатываются на отдельные компоненты окружающей среды, в то время как каждый компонент воздействует на человека только в совокупности с другими факторами. Поэтому важным является выявление интегральных характеристик, определяющих комплексное воздействие факторов среды на человека и позволяющих оценить территориальные и региональные особенности воздействия среды обитания на распространение йоддефицитных заболеваний.

На основе анализа показателей важности (гл. 6.1, табл. 6.1) определение классификационных критериев доминантных факторов воздействия проводилось с использованием метода многомерной статистики «Деревья классификации» (*STATISTICA 8 – модуль «Classification Trees»*). В результате были получены «деревья решений» для трех возрастных групп, характеризующих обусловленность заболеваемости щитовидной железы качеством ОС, представленных на рис. 6.8 – 6.10.

При детальном рассмотрении «деревя решений» для возрастных групп населения (дети, подростки и взрослые) было установлено, что уровень распространения заболеваемости щитовидной железы отличается не только по факторам воздействия, но и по количественным критериям этого воздействия. Причем для каждой возрастной группы число ветвлений и число терминальных вершин различаются по количеству, что говорит о сложном механизме распространения заболеваемости под действием внешней среды.

Согласно количеству терминальных вершин (рис. 6.8 – 6.10) формируется «повышенный» уровень заболеваемости (код 2 в правом верхнем углу узла решений).

У взрослых второй уровень заболеваемости создается тремя классификационными этапами (через загрязнение воздуха, употребление молока и наличие СПАВ в сточных водах) (рис. 6.8), «высокий» уровень – двумя этапами (через ТТГ и СПАВ в сточных водах).

Рис. 6.8. Классификационное «дерево решений» в распространении заболеваний щитовидной железы у взрослых.

Примечание: 143ТТГб – уровень гормонов ТТГ больше нормы выражен интегральным показателем полезной информации энтропии, %; 18звт – загрязнение воздушной среды отдельными токсичными компонентами (процент соответствия санитарным нормам); 79кп – наличие сухого остатка в питьевых водах водохранилищ, г/л; 161д – среднегодовое употребление молока населением, л/г; 33ст – СПАВ сточных вод, кг.

У подростков «повышенный» уровень формируется четырьмя этапами через различные количественные интервалы двух факторов (загрязнение воздуха пылью и повышенное количество гормонов ТТГ) (рис. 6.9). У детей «умеренный» уровень распространения зависит от трех факторов воздействия (ТТГ больше нормы, общее загрязнение воздуха и СПАВ в сточных водах), «высокий» – только от загрязнения сточных вод.

Рис. 6.9. Классификационное «дерево решений» в распространении заболеваний щитовидной железы у подростков.

Примечание: 9зв – содержание пыли в воздушной среде, тыс. т./год; 143ТТГб – уровень гормонов ТТГ больше нормы, %

Анализ классификационного «дерева решений» в распространении заболеваний щитовидной железы в Приморском крае показал, что наиболее уязвимыми для данной патологии являются взрослые и подростки, у которых «высокий» уровень заболеваемости формируется

через два этапа (рис. 6.8, 6.9), у детей – через один (рис. 6.10). Нужно заметить, что формирование заболеваний у взрослых зависит от большего числа факторов воздействия (рис. 6.8), у подростков от двух факторов, но в различных диапазонах действия (рис. 6.9).

Рис. 6.10. Классификационное «дерево решений» в распространении заболеваний щитовидной железы у детей.

Примечание: 143ТТГб – уровень гормонов ТТГ больше нормы, %; 8зв – общий выброс промышленными предприятиями в атмосферу, тыс. т./год; 33ст – СПАВ сточных вод, кг

Важным итогом проведенной классификации явилось установление количественных диапазонов дифференциации уровня распространения заболеваний ЩЖ по фактическим показателям, что позволяет прогнозировать распространение заболеваемости в зависимости от колебаний показателей внешней среды (табл. 6.5 – 6.7).

Таблица 6.5

**Прогнозные критерии уровня ТТГ и факторов внешней среды в прогнозе
заболеваемости щитовидной железы у взрослого населения
Приморского края**

Уровень принятия решения	Показатели	Количе- ственные критерии
1	Уровень ТТГ больше нормы выражен интегральным показателем полезной информации энтропии, %	5,2
2	Загрязнение воздушной среды отдельными токсичными компонентами (процент несоответствия санитарным нормам)	5,0
3	Наличие сухого остатка в питьевых водах водохранилищ, г/л	0,6
4	Среднегодовое употребление молока населением, л/г	180,5
5	СПАВ сточных вод, кг	858,9

Таблица 6.6

**Прогнозные критерии уровня ТТГ и факторов внешней среды в прогнозе
заболеваемости щитовидной железы у подросткового населения
Приморского края**

Уровень принятия решения	Показатели	Количе- ственные критерии
1	Содержание пыли в воздушной среде, тыс. т./год	1,63
2	Уровень ТТГ больше нормы выражен интегральным показателем полезной информации энтропии, %	20,5

**Прогнозные критерии уровня ТТГ и факторов внешней среды в прогнозе
заболеваемости щитовидной железы у детского населения
Приморского края**

Уровень принятия решения	Показатели	Количе- ственные критерии
1	Уровень ТТГ больше нормы выражен интегральным показателем полезной информации энтропии, %	13,8
2	Общий выброс промышленными предприятиями в атмосферу, тыс. т./год	2,9
3	СПАВ сточных вод, кг	1498,3

6.1.5. Определение классификационных критериев при прогнозировании степени дисфункции тиреоидной системы у населения Приморского края

Согласно результатам, представленным в главе. 6.1 (табл. 6.1), тиреоидная система организма является первичным барьером в процессе взаимоотношений человека и среды обитания, особенно при йоддефицитных заболеваниях. Поэтому важным становится определение критериев прогнозирования дисфункции тиреоидной системы у жителей Приморского края. Аналогично предыдущим исследованиям использовался многомерный анализ «*Classification Trees*» в программном продукте STATISTICA 8. При анализе «дерева решений» (рис. 6.11) отмечена четкая связь с природно-экологическими факторами (скорость ветра, качество питьевой воды и загрязнение окружающей среды сточными водами). Уязвимость тиреоидной системы подтверждается ее чувствительностью к среде и на уровне «повышенной» заболеваемости (из 5 терминальных вершин 4 соответствуют коду 2 и лишь 1 – коду 3) (рис. 6.11). Наличие 3 приоритетных факторов влияния (скорость ветра, качество питьевой воды и загрязнение окружающей среды сточными водами) указывает на четкость дифференциации процессов согласно максимальной важности данных факторов воздействия.

Рис. 6.11. Классификационное дерево решений в нарушениях тиреоидной системы под влиянием внешнего воздействия у жителей Приморского края.

Примечание: 61кп – химический состав водопроводной сети (%; соответствующий гигиеническим нормам); 5к – скорость ветра, м/с; 24ст – БПК5 сточных вод, тонны.

Используемый метод моделирования позволил установить количественные критерии полученных факторов-индикаторов (табл. 6.8).

Таблица 6.8

Классификационные критерии в прогнозе степени дисфункции тиреоидной системы под воздействием внешней среды

Уровень принятия решения	Показатели	Количественные критерии
1	Химический состав воды водопроводной сети (%; соответствующий гигиеническим нормам)	33,9
2	Скорость ветра, м/с	1,95–2,01
3	БПК5 сточных вод, т.	135,7

Таким образом, проведенное на примере Приморского края медико-экологическое моделирование экологической обусловленности развития йоддефицитных заболеваний установило высокую зависимость распространения заболеваний щитовидной железы от факторов окружающей среды.

6.2. Влияние окружающей среды на распространение заболеваний сердечно-сосудистой системы в Приморском крае

Известна тесная связь йоддефицита в организме с поражением сердечно-сосудистой системы (ССС), которая, в свою очередь, также во многом определяется влиянием экологических, социально-экономических факторов среды (Авдеева и др., 2012; Подчерняева, 2015). Поэтому в связи с особенностями природно-экологической, социальной среды и высокой распространенностью данного заболевания в Приморском крае формирование экологической зависимости заболеваний ССС является особенно актуальным в регионе.

Функционально-структурное моделирование (рис. 6.4) показало тесную связь распространения сердечно-сосудистых заболеваний с состоянием тиреоидной системы населения. Известно, что тиреоидная система организма является наиболее чувствительной к качеству окружающей среды и в какой-то мере и определяет экологическую зависимость распространения заболеваемости ССС.

При оценке и прогнозировании уровня распространения йоддефицитных заболеваний, включающих сочетанную патологию сердечно-сосудистой системы, важным явилось изучение условий распространения заболеваемости. В результате за пятнадцатилетний период для всех районов Приморского края был рассчитан показатель ($I(y/x)$) степени зависимости тиреоидного статуса населения края с распространением заболеваемости сердечно-сосудистой системы, который был ранжирован на «низкий $I(y/x) < 1,5$ », «повышенный $I(y/x) = 1,5 - 2,0$ » и «высокий $I(y/x) > 2,0$ », на основании чего можно судить о проблемах

региона в лечении и профилактике болезней, связанных с йоддефицитом (рис. 6.12).

Анализ полученных результатов показал тесную связь ($I(y/x)=1,5-2,0$ и более) заболеваний ССС с поражениями в тиреоидной системе населения Приморского края, проживающего в центральных районах края, где четко выражен йоддефицит в окружающей среде (рис. 6.1, 6.12).

Рис. 6.12. Зависимость заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой системы от поражений в тиреоидной системе у населения Приморского края.

Примечание: Районы края: 1 – Пожарский; 2 – Дальнереченский; 3 – Красноармейский; 4 – Тернейский; 5 – Лесозаводский; 6 – Кировский; 7 – Ханкайский; 8 – Спасский; 9 – Яковлевский; 10 – Чугуевский; 11 – Пограничный; 12 – Хорольский; 13 – Черниговский; 14 – Анучинский; 15 – Кавалеровский; 16 – Октябрьский; 17 – Михайловский; 18 – Уссурийский; 19 – Надеждинский; 20 – Шкотовский; 21 – Партизанский; 22 – Лазовский; 23 – Ольгинский; 24 – Хасанский. Города края: Дальнереченск, Дальнегорск, Арсеньев, Партизанск, Владивосток, Фокино, Находка.

Экологическая зависимость: белый цвет – отсутствие; ненасыщенный серый цвет – слабая ($I(y/x) < 1,5$); серый цвет – умеренная ($I(y/x) = 1,5-2,0$); темно-серый цвет – сильная ($I(y/x) > 2,0$).

В некоторых районах экологическая обусловленность йоддефицитных заболеваний повышается за счет дополнительного негативного действия уязвимой тиреоидной системы (Красноармейский, Уссурийский, города Партизанск, Находка, Владивосток и др.).

Изучение экологической зависимости заболеваемости болезнями ССС проводилось путем сопоставления медицинской отчетности по Приморскому краю с факторами окружающей среды. Рассчитывалась квадратная корреляционная матрица размером 137×137 по количеству вошедших в модель факторов среды (125), заболеваемости ССС (3) и 9 тиреоидных гормонов и токсичных металлов ($ТТ_3$, $ТТ_4$, FT_3 , FT_4 , $ТТГ$, меди, цинка, селена, мышьяка в крови). Были выделены связи, непосредственно (на рисунке сплошные стрелки) и косвенно (стрелки пунктиром) воздействующие на ССЗ (рис. 6.13). Зависимости между факторами, сформированные по 10 структурным блокам, были дифференцированы на внутрисистемные и межсистемные связи. Для выявления системных приоритетов корреляционные связи ранжировались по средним показателям корреляции ($\bar{r}$) на умеренные ($\bar{r} = 0,5$), сильные ($\bar{r} = 0,6-0,7$) и очень сильные ($\bar{r} \geq 0,8$). В результате все системные блоки ОС имели повышенный показатель D относительно блока сердечно-сосудистых заболеваний ($D = 0,4$), что объяснило направленность непосредственного воздействия ОС на данное заболевание и подтвердило их экологическую обусловленность. Анализ межсистемных связей показал: из десяти исследуемых системных блоков непосредственно влияет на уровень сердечно-сосудистой заболеваемости семь блоков. Загрязнение почв, загрязнение среды сточными водами и доходы населения влияют на ССС косвенно или опосредовано через другие системно-функциональные блоки. Больше всего уровень заболеваемости определяется состоянием тиреоидной системы с высоким внутрисистемным показателем ($D = 0,6$),

причем тиреоидная система очень сильно влияет на CCC ($r \geq 0,8$) (рис. 6.13). Сильное воздействие оказывают климатические условия края. Связано это, в первую очередь, с тем, что при различных синоптических ситуациях значительно меняется плотность кислорода в воздухе. При теплом фронте резко падает парциальное давление кислорода, глубокий циклон и фронт окклюзий (по типу теплового) приводят к снижению содержания кислорода в атмосфере.

Рис. 6.13. Структурная модель формирования сердечно-сосудистых заболеваний под влиянием среды обитания в Приморском крае

Примечание.

Корреляционные зависимости (r)

Антициклон чаще всего повышает плотность кислорода в воздухе. Такие колебания плотности кислорода в значительной мере сказываются на течении окислительно-восстановительных процессов в организме,

особенно при нарушении у больных механизмов приспособления. В результате развиваются сложные метаболические расстройства, клиническим проявлением которых являются метеопатологические реакции, отражающие нарушения в сердечно-сосудистой системе. Сильное воздействие также оказывает качество питьевых вод, жилищные условия и уровень медицинского обслуживания.

Загрязнение воздуха и питание оказывают умеренное влияние. Косвенные (опосредованные) связи характеризуют внутренние зависимости между воздействующими системными блоками, определяя механизм формирования внешнего воздействия. Так, качество питьевой воды во многом зависит от благоустройства жилого фонда, доходов населения, загрязнения воздуха и почв, загрязнения среды сточными водами, от климатических показателей (количество осадков). Загрязнение почв происходит через загрязнение воздуха и сточных вод. Загрязнение воздуха связано с климатическими факторами, отвечающими за уровень самоочищения воздушной среды. Воздух загрязняется через эманации сточных вод. Достаточно объяснимы косвенные взаимоотношения среди социальных факторов. Таким образом, распространение сердечно-сосудистых заболеваний в Приморском крае зависит прямо или косвенно практически от всех факторов окружающей среды, отличающихся различной степенью воздействия (табл. 6.9).

Для выделения приоритетов воздействия были отобраны все факторы, входящие в блоки и имеющие непосредственное воздействие на заболеваемость. В результате были выделены блоки тиреоидной системы, климатических показателей, качества питьевых вод, медицинского обслуживания, благоустройства жилья, питания и загрязнения воздуха. С помощью нейросетей был рассчитан показатель важности (£), который позволил определить степень влияния факторов среды на распространение ССЗ в крае. Амплитуда разброса £ оказалась небольшой (0,0276–0,0236), что говорит об устойчивости совокупного воздействия среды. Анализ данных табл. 6.3 показал, что распространение ССЗ зависит от содержания в крови гормонов (Т4, Т3) выше нормы

(0,0276; 0,0262 соответственно). Важное значение в распространении ССЗ имеет содержание NH_x и NO_3 , As в питьевых водах. Среди климатических показателей наиболее значимыми являются давление и температура воздуха.

Таблица 6.9

Влияние среды обитания на формирование сердечно-сосудистой заболеваемости в Приморском крае

Показатели	Показатель важности по возрастанию £
Загрязнение воздуха (автотранспорт личный)	0,0236
Содержание гормона Т3 в крови (ниже нормы)	0,0241
Содержание гормона Т4 в крови (ниже нормы)	0,0245
Содержание As в питьевых водах	0,0247
Загрязнение атмосферного воздуха со значительным превышением ПДК на автомагистралях в зоне жилой застройки, %	0,0249
Загрязнение воздуха (NO_x)	0,0256
Высокий уровень содержания вредных веществ в воздухе по отдельным ингредиентам	0,0239
Мощность амбулаторно-поликлинических учреждений в расчете на 10 тыс. населения	0,0246
Температурный режим воздуха	0,0236
Качество питьевых вод по микробному числу. Мч	0,0245
Содержание NO_3 в питьевых водах	0,0249
Давление воздуха	0,0241
Содержание NO_x в питьевых водах	0,0250
Содержание гормона Т3 в крови (выше нормы)	0,0262
Содержание гормона Т4 в крови (выше нормы)	0,0276

Относительно высокий показатель важности имеет «мощность амбулаторно-поликлинических учреждений в расчете на 10 тыс. населения» (0,0246). Серьезная экологическая проблема связана с загрязнением (NO_x) воздушной среды, особенно автотранспортом.

Сердечно-сосудистая система так же, как и тиреоидная, является открытой быстро реагирующей и уязвимой системой. На нее активно влияют природно-экологические и социальные факторы (рис. 6.13).

Заболевания ССС часто формируются на фоне многих других заболеваний, усугубляя тем самым течение основных патологий и заболеваний щитовидной железы в частности.

6.2.1. Районирование территории Приморского края по степени воздействия внешней среды на распространение заболеваний сердечно-сосудистой системы

Рассчитанный общерегиональный показатель $I(y/x)$ для ССС позволил определить совокупный показатель экологической зависимости по системам окружающей среды (климат, загрязнение воздуха, загрязнение окружающей среды сточными водами, качество питьевых вод, санитарное состояние почв, медицинское обеспечение, демографическая структура населения, доходы населения, жилищные условия, питание) и возрастным группам (дети подростки, взрослые) (табл. 6.10).

Таблица 6.10

Экологическая зависимость заболеваний сердечно-сосудистой системы в Приморском крае ($I(y/x)$ в R %)

Факторы окружающей среды	Заболеваемость сердечно-сосудистой системы (y/x)		
	дети	подростки	взрослые
Климат	12,71***	9,72***	3,57
Загрязнение воздуха	17,01**	7,26	2,61
Загрязнение ОС сточными водами	9,15	0,88	2,78
Качество питьевых вод	4,38	6,04	2,98
Санитарное состояние почв	11,18*	10,00	3,17
Медицинское обеспечение	17,42*	14,26*	3,96
Демографическая структура	6,17	6,40	0,03
Доходы населения	12,15*	19,48*	3,61
Жилищные условия	16,26**	15,24***	3,56
Питание	7,69**	11,83***	6,01*

Примечание. Статистическая значимость: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

В распространении заболеваний ССС отмечается аналогичная зависимость, но в отличие от заболеваний ЩЖ показатель $I(y/x)$ имеет более высокие величины (дети, подростки), что указывает на большую уязвимость к качеству окружающей среды сердечно-сосудистой системы во всех возрастных категориях населения (табл. 6.10). В целом высоко значимую экопатогенную нагрузку на ССС оказывают климат Приморского края и загрязнение атмосферы.

В отличие от других возрастных групп сердечно-сосудистая система детей косвенно реагирует на уровень загрязнения почвы. Наибольшая зависимость ($I(y/x) = 6,0 - 19,5$) заболеваемости ССС отмечается от качества жизни (доходы населения, жилищные условия, характер питания, медицинское обеспечение).

В целом анализ общерегиональной экологической зависимости $I(y/x)$ заболеваний ССС и ЩЖ у взрослого населения показал меньшую зависимость от воздействия факторов окружающей среды, чем у других возрастных групп, что говорит о высокой адаптированности взрослых к среде обитания (табл. 6.10).

Расчет совокупного (по всем факторам среды) показателя $I(y/x)$ по городам и районам края для различных возрастных групп показал территориальные особенности экологической обусловленности распространения заболеваний ССС (табл. 6.11, рис. 6.14).

Таблица 6.11

Территориальное различие экологической зависимости распространения заболеваний сердечно-сосудистой системы в Приморском крае

Город, район	Экологическая зависимость $I(y/x)$		
	Взрослые	Подростки	Дети
Арсеньев	7,28**	9,08**	8,11**
Владивосток	10,62**	11,98	10,49**
Находка	9,04***	10,77**	9,96**
Артем	3,53*	4,29***	3,61***
Партизанск	8,80***	13,13**	13,03**
Дальнереченск	8,24*	9,19	8,11
Лесозаводск	6,62	8,08	8,13
Уссурийск	7,68***	8,85*	6,60**

Окончание таблицы 6.11

Дальнегорск	7,26**	8,82*	6,84*
Спасск-Дальний	7,72***	9,29**	9,51**
Кировский р-н	21,96	24,31*	24,36
Пожарский р-н	8,62**	10,60**	9,77*
Красноармейский р-н	10,96*	11,76*	11,32*
Михайловский р-н	9,00**	9,68***	10,00**
Хасанский р-н	11,24	12,18*	12,18*
Шкотовский р-н	10,75	10,96	10,96
Кавалеровский р-н	10,92	11,18	11,18
Фокино	17,96***	17,96***	17,96***
Анучинский р-н	10,16	10,11**	10,11
Лазовский р-н	8,61**	9,75*	9,75*
Октябрьский р-н	10,20**	11,96*	11,96*
Ольгинский р-н	9,60	10,45	10,45
Партизанский р-н	9,46*	11,01	11,01*
Пограничный р-н	20,55*	21,35	21,35
Тернейский р-н	10,84	12,16	12,16
Уссурийский р-н	33,47**	34,35**	34,35**
Ханкайский р-н	10,49*	12,58*	12,58*
Хорольский р-н	12,46	12,31	12,43
Чугуевский р-н	10,06**	11,12*	11,04*
Яковлевский р-н	13,75***	16,02**	14,09***
Спасский р-н	8,77	8,83	17,71***
Большой Камень	16,84***	16,84***	7,92*

Примечание. Статистическая значимость: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

Согласно табл. 6.11 показатель $I(y/x)$ по территории края колеблется от 3,53 до 34,35, что говорит о высокой степени зависимости сердечно-сосудистых заболеваний от качества внешней среды.

Территориальное различие отмечается, в основном, по «сильному» совокупному внешнему воздействию. Проведенное районирование по совокупному показателю $I(y/x)$ показало обширный территориальный охват и однородное распространение для трех возрастных групп «умеренной» экологической зависимости ($I(y/x) = 6,0-15,0$) (рис. 6.14). Причем неблагоприятная обстановка складывается для всех возрастных групп в Уссурийском и Шкотовском районах.

Рис. 6.14. Экологическая зависимость в распространении сердечно-сосудистой системы у населения Приморского края.

Примечание. Административные районы Приморского края: 1. – Пожарский, 2. – Дальнереченский, 3. – Красноармейский, 4. – Тернейский, 5. – Лесозаводский, 6. – Кировский, 7. – Ханкайский, 8. – Спасский, 9. – Яковлевский, 10. – Чугуевский, 11. – Пограничный, 12. – Хорольский, 13. – Черниговский, 14. – Анучинский, 15. – Кавлеровский, 16. – Октябрьский, 17. – Михайловский, 18. – Уссурийский, 19. – Надеждинский, 20. – Шкотовский, 21. – Партизанский, 22. – Лазовский, 23. – Ольгинский, 24. – Хасанский.

Экологическая зависимость: серый цвет – умеренная ($I(y/x) = 6,0-15,0$); темно-серый – сильная ($I(y/x) > 15,0$); белый – отсутствие экологической зависимости.

У подростков критическая ситуация зависимости от окружающей среды отмечается в Надеждинском, Кировском и Яковлевском районах, у взрослых – в Пограничном районе, у детей – в Спасском (рис. 6.14). Данная информация позволяет выявлять региональные проблемы Приморского края для планирования здравоохранительных мероприятий по снижению распространения сердечно-сосудистых заболеваний в различных районах края.

Важным этапом работы является выявление причинно-следственного механизма формирования экологической зависимости заболеваний (табл. 6.10), однако большое практическое значение имеет установление причин в отдельных районах и городах (табл. 6.12 – 6.15).

Таблица 6.12

**Экологическая зависимость распространения заболеваний
сердечно-сосудистой системы от воздействия качества питьевых вод**

Город, район	Экологическая зависимость $I(y/x)$		
	Взрослые	Подростки	Дети
Арсеньев	0,16*	0,69*	0,62*
Владивосток	0,63*	0,93	0,46*
Находка	0,09**	0,52*	0,19*
Артем	1,31	2,12***	1,99***
Партизанск	0,41*	0,81	0,59*
Дальнереченск	0,38*	0,15	0,26
Лесозаводск	-1,69***	-0,49*	0,04
Уссурийск	0,07***	0,76	-0,21
Дальнегорск	0,39*	0,94*	0,50*
Спасск-Дальний	0,41***	0,77***	0,87***
Кировский р-н	0,58*	0,95*	1,28*
Пожарский р-н	0,56*	1,06***	0,86*
Красноармейский р-н	0,64	0,72	0,77
Михайловский р-н	0,54*	0,50*	0,89
Хасанский р-н	0,48**	0,70**	0,70**
Шкотовский р-н	0,28	0,34	0,34
Кавалеровский р-н	0,61	0,75	0,75
Фокино	3,85***	3,85***	3,85***
Анучинский р-н	4,95***	4,95***	4,95***
Лазовский р-н	0,57	0,92	0,92

Окончание таблицы 6.12

Надеждинский р-н	0,52*	0,71*	0,71*
Октябрьский р-н	0,68	0,96	0,96
Ольгинский р-н	0,15	0,77	0,77
Партизанский р-н	0,12	0,17	0,17
Пограничный р-н	0,43***	0,72**	0,72**
Тернейский р-н	0,50	1,75	1,75
Уссурийский р-н	1,17*	1,56*	1,56*
Ханкайский р-н	0,28	0,45	0,45
Хорольский р-н	0,48*	0,26*	0,29*
Чугуевский р-н	0,41*	0,38*	0,73
Черниговский р-н	0,26	0,45	0,37
Яковлевский р-н	0,78***	1,61**	0,99***

Примечание. Статистическая значимость зависимости: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Слабая зависимость – $I(y/x) < 1,5$; Умеренная зависимость – $I(y/x) = 1,5-2,0$; Сильная зависимость – $I(y/x) > 2,0$.

Установлено (табл. 6.10), что на сердечно-сосудистую систему в Приморском крае активно воздействуют качество питьевых вод, климатические условия, загрязнение воздуха, загрязнение среды сточными водами и т.д. Рассмотрено влияние данных систем по районам и городам края (табл. 6.12 – 6.15).

Таблица 6.13

Экологическая зависимость распространения заболеваний сердечно-сосудистой системы от воздействия региональных климатических условий

Город, район	Экологическая зависимость $I(y/x)$		
	Взрослые	Подростки	Дети
Арсеньев	0,58*	0,77	0,66
Владивосток	0,67*	1,03	0,63*
Находка	0,63*	0,72*	0,70
Артем	1,22	1,31	1,27
Партизанск	0,70*	0,65	0,53
Дальнереченск	0,58*	1,44	0,61
Лесозаводск	0,64*	0,43	0,33
Уссурийск	0,58*	0,63	0,31
Дальнегорск	0,62*	0,92	0,40
Спасск-Дальний	0,60	0,63	0,59

Окончание таблицы 6.13

Кировский р-н	0,75*	1,07	1,28*
Пожарский р-н	0,62*	1,53**	0,72
Красноармейский р-н	0,69	0,80	0,71*
Михайловский р-н	0,60	0,87	0,65
Хасанский р-н	0,65*	1,09*	1,09*
Шкотовский р-н	0,00	0,00	0,00
Кавалеровский р-н	0,62*	0,75	0,75
Фокино	5,34***	5,34***	5,34***
Анучинский р-н	0,71*	0,66*	0,66*
Лазовский р-н	0,58*	0,73*	0,73*
Надеждинский р-н	0,60*	0,91	0,91
Октябрьский р-н	0,56*	0,59	0,59
Ольгинский р-н	0,71*	1,01	1,01
Партизанский р-н	0,63*	0,79*	0,79*
Пограничный р-н	0,61	0,94	0,94
Тернейский р-н	0,67*	0,73*	0,73*
Уссурийский р-н	0,58*	1,08*	1,08*
Ханкайский р-н	0,63	0,59	0,59
Хорольский р-н	0,70	0,63	0,76
Чугуевский р-н	0,60*	0,75	0,95
Черниговский р-н	0,69	0,82	1,04
Яковлевский р-н	0,62*	0,89	0,60*
Спасский р-н	0,59	0,61	4,34***
Большой Камень	4,66***	4,66***	0,56*

Примечание. Статистическая значимость: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$. Слабая зависимость – $I(y/x) < 1,5$; Умеренная зависимость – $I(y/x) = 1,5–2,0$; Сильная зависимость – $I(y/x) > 2,0$.

Проблема качества питьевых вод в Приморском крае имеет огромное значение в распространении сердечно-сосудистых заболеваний (52 % статистически значимых величин) (табл. 6.12). Причем во всех возрастных группах заболеваемость болезнями ССС в Шкотовском и Анучинском районах зависит от качества питьевых вод («сильное» влияние). Неблагополучная обстановка складывается также и в Уссурийском районе («умеренное» влияние). Более подвержено негативному влиянию некачественной питьевой воды взрослое и подростковое население края (табл. 6.12).

В большинстве районов края патогенная реакция на *климат* (46 % значений при $p < 0,05$) отмечается у взрослого населения, она в основном «слабая» (табл. 6.13). Возможно, это связано с тем, что взрослые в течение жизни испытывали значительные негативные нагрузки на сердце вследствие неправильного образа жизни, что привело к уязвимости ССС и появлению метеочувствительности. Также во многих районах края отмечается повышенная метеолабильность детского населения (табл. 6.13). Только дети реагируют на климатические условия более активно. В пяти южных районах края у детей формируется «сильный» и «повышенный» уровень метеочувствительности (табл. 6.13). Подростки имеют повышенный риск распространения заболеваний ССС в двух, а взрослые – лишь в одном (Шкотовском) районе. У всех возрастов для сердечно-сосудистой системы наиболее неблагоприятным по климату является Шкотовский район (табл. 6.13). Определенное воздействие на сердечно-сосудистую систему оказывает *загрязнение воздуха* (21 % при $p < 0,05$). Однако по возрастам различие экологической зависимости слабое (табл. 6.14).

Таблица 6.14

**Экологическая зависимость распространения заболеваний
сердечно-сосудистой системы от воздействия загрязнения воздуха**

Город, район	Экологическая зависимость $I(y/x)$		
	Взрослые	Подростки	Дети
Арсеньев	0,14	0,69	0,44*
Владивосток	0,37*	0,83	0,53*
Находка	0,44	0,39*	0,40*
Артем	0,31	0,52*	0,51*
Партизанск	0,35*	1,04*	0,64*
Дальнереченск	0,30	1,03	0,98
Лесозаводск	0,37	0,91	0,54
Уссурийск	0,43*	0,44*	0,38*
Дальнегорск	0,35*	0,95	0,66
Спасск-Дальний	0,44*	0,87	0,95
Кировский р-н	0,54	1,40	0,84
Пожарский р-н	0,18	0,26	0,26

Окончание таблицы 6.14

Красноармейский р-н	0,25	0,49	0,32
Михайловский р-н	0,37	0,32	0,48
Хасанский р-н	н/д	0,00	0,00
Шкотовский р-н	н/д	0,00	0,00
Кавалеровский р-н	н/д	0,00	0,00
Фокино	н/д	0,00	0,00
Анучинский р-н	н/д	0,00	0,00
Лазовский р-н	0,39	0,68	0,68
Надеждинский р-н	н/д	0,00	0,00
Октябрьский р-н	0,56	0,69	0,69
Ольгинский р-н	0,00	-0,05	-0,05
Партизанский р-н	0,27	0,43	0,43
Пограничный р-н	0,40	0,51	0,51
Тернейский р-н	н/д	0,00	0,00
Уссурийский р-н	3,41***	3,41***	3,41***
Ханкайский р-н	0,29	0,65	0,65
Хорольский р-н	0,40	0,43	0,47
Чугуевский р-н	0,44	0,40	0,29
Черниговский р-н	0,25	0,28	0,33
Яковлевский р-н	0,40	0,66	0,52
Большой Камень	4,61***	4,61***	0,41***

Примечание. Статистическая значимость зависимости: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; н/д – нет данных. Слабая зависимость – $I(y/x) < 1,5$; Умеренная зависимость – $I(y/x) = 1,5 - 2,0$; Сильная зависимость – $I(y/x) > 2,0$.

Таблица 6.15

**Экологическая зависимость распространения заболеваний
сердечно-сосудистой системы от воздействия сточных вод**

Город, район	Экологическая зависимость $I(y/x)$		
	Взрослые	Подростки	Дети
Арсеньев	0,46	0,88	0,64
Владивосток	0,59	0,44*	0,38
Находка	0,32	0,73	0,50
Артем	0,35	0,30	0,13
Партизанск,	0,30	0,39	0,04
Дальнереченск	0,97	0,31	0,41
Лесозаводск	0,32	0,48	0,29
Уссурийск	0,61	0,22	0,18
Дальнегорск	0,44	0,53	0,35

Окончание таблицы 6.15

Спасск-Дальний	0,47	0,92	1,05
Кировский р-н	0,74	0,73	1,32
Пожарский р-н	0,88	1,30	1,34
Красноармейский р-н	0,72	0,74	0,94
Михайловский р-н	0,59*	1,12*	0,50*
Хасанский р-н	1,03	1,06	1,06
Шкотовский р-н	0,87	1,03	1,03
Кавалеровский р-н	0,94	0,93	0,93
Фокино	н/д	0,00	0,00
Анучинский р-н	н/д	0,00	0,00
Лазовский р-н	н/д	0,00	0,00
Надеждинский р-н	н/д	0,00	0,00
Октябрьский р-н	н/д	0,00	0,00
Ольгинский р-н	н/д	0,00	0,00
Партизанский р-н	н/д	0,00	0,00
Пограничный р-н	н/д	0,00	0,00
Тернейский р-н	н/д	0,00	0,00
Уссурийский р-н	н/д	0,00	0,00
Ханкайский р-н	2,37***	2,37***	2,37***
Хорольский р-н	2,52***	2,52***	2,52***
Чугуевский р-н	н/д	0,00	0,00
Черниговский р-н	1,03*	1,03*	1,03*
Яковлевский р-н	0,50*	0,50*	0,50*
Спасский р-н	2,49***	2,49***	2,49***
Большой Камень	1,57**	1,57**	0,95*

Примечание. Статистическая значимость: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$; н/д – нет данных. Слабая зависимость – $I(y/x) < 1,5$; Умеренная зависимость – $I(y/x) = 1,5 - 2,0$; Сильная зависимость – $I(y/x) > 2,0$.

Повышенная чувствительность к загрязнению воздуха отмечается в наиболее неблагоприятных в этом отношении районах края (Уссурийский, Шкотовский, Спасский, Дальнегорский, г. Партизанск и г. Владивосток) (табл. 6.14). В данных районах фиксируются большие превышения ПДК по токсичным химическим компонентам в воздухе.

Сточные воды, проблема очистки которых остро стоит в крае, оказывают неблагоприятное воздействие на распространение ССЗ (22 % значений при $p < 0,05$) (табл. 6.15).

Влияние сточных вод территориально ограничено сельскохозяйственными районами (Приханковье, Михайловский и Шкотовский), где оно имеет ранг «сильного» и «умеренного». «Слабое» воздействие наблюдается в Яковлевском районе и г. Владивосток. В других районах края негативное влияние сточных вод не является решающим для ССС.

6.2.2. Определение классификационных критериев прогнозирования уровня заболеваемости сердечно-сосудистой системы у населения Приморского края

Определение критериев прогнозирования проводили при помощи модуля STATISTICA 8 – «Деревья классификации» (глава 6.1.3). Этот метод многомерной статистики позволил определить принадлежность наблюдения или объекта к тому или иному классу по уровню заболеваемости.

Установлено, что распространение заболеваний сердечно-сосудистой системы имеет сложную архитектуру «дерева решений» для всех возрастных групп населения (рис. 6.15 – 6.17).

Если для заболеваний щитовидной железы «дерево решений» усложнялось на втором уровне («повышенная» заболеваемость) для всех возрастных групп, то для ССС усложнение происходит на третьем «высоком» уровне заболеваемости. Особенно данный процесс характерен для взрослых (из 8–5 терминальных вершин) и детей (из 6–5 терминальных вершин) (рис. 6.15 – 6.17). Это говорит о некоторой адаптированности ССС к среде обитания или о наличии других (физиологических, генетических и др.) важных причин развития патологии.

У подростков «дерево решений» усложняется на «низком» и «повышенном» уровнях (рис. 6.16). Можно предположить, что у подростков сердечно-сосудистая система более уязвима к качеству окружающей среды.

Рис. 6.15. Классификационное «дерево решений» распространения заболеваний сердечно-сосудистой системы у взрослого населения Приморского края.

Рис. 6.16. Классификационное «дерево решений» распространения заболеваний сердечно-сосудистой системы у подростков Приморского края.

Рис. 6.17. Классификационное «дерево решений» распространения заболеваний сердечно-сосудистой системы у детей Приморского края.

Примечание: 155д – доходы населения, руб; 35ст – содержание жиров в сточных водах, кг; 141ТТГн – уровень гормонов ТТГ ниже нормы, %; 139FT4м – уровень гормона FT4 меньше нормы, %.

Для определения классификационных критериев были проанализированы диапазоны факторного воздействия (рис. 6.15 – 6.17). Был установлен широкий спектр внешнего воздействия на ССС, где социальные факторы имели большое значение (доходы населения, обеспеченность жилого фонда водопроводом, характер питания, социальные проблемы сельского населения). Классифицирование позволило установить количественные критерии прогноза факторов воздействия (табл. 6.16 – 6.18).

Таким образом, проведенные исследования позволили разработать системную информационно-аналитическую модель оценки уровня заболеваемости йоддефицитных заболеваний (болезни щитовидной железы и системы кровообращения) при комплексном воздействии факторов среды обитания человека.

Таблица 6.16

**Критерии прогноза уровня заболеваемости болезнями
сердечно-сосудистой системы у взрослого населения Приморья**

Уровень принятия решения	Показатели	Количественные критерии
1	Среднегодовое употребление рыбной продукции населением, кг	140
2	Уровень ТТГ больше нормы выражен интегральным показателем полезной информации энтропии, %	5,2-10,8
3	Численность сельского населения, %	27
4	Наличие сухого остатка в питьевых водах водохранилищ, г/л	0,3
5	Жесткость питьевой воды, экв/л	3,7

Таблица 6.17

**Критерии прогноза уровня заболеваемости болезнями
сердечно-сосудистой системы у подростков Приморья**

Уровень принятия решения	Показатели	Количественные критерии
1	Сельское население, %	26,6
2	Обеспеченность жилого фонда водопроводом, %	40,1
3	Уровень ТТГ больше нормы выражен интегральным показателем полезной информации энтропии, %	14,4
4	Количество выпавших осадков, см	75,5-76,5
5	Жесткость питьевой воды, экв/л	2,8

Классификационные критерии прогноза уровня заболеваемости болезнями сердечно-сосудистой системы у детей Приморья

Уровень принятия решения	Показатели	Количественные критерии
1	Ежемесячные доходы населения, руб	7548,5
2	Содержание жиров в сточных водах, кг	4724
3	Уровень ТТГ ниже нормы выражен интегральным показателем полезной информации энтропии, %	90,7
4	Содержание гормона FT4 меньше нормы, %	40,06

В результате исследования были оценены совокупные экологические нагрузки на распространение уровня йоддефицитной заболеваемости населения; выделены индикаторные факторы среды, участвующие в процессе развития экологической обусловленности и зависимости йоддефицитных и сердечно-сосудистых заболеваний; определены классификационные и пороговые критерии индикаторных факторов воздействия внешней среды. Установлено, что тиреоидная система активно с разной силой реагирует на влияние всех систем окружающей среды, она может являться индикаторным показателем экологической обусловленности йоддефицитных заболеваний, включая и заболевания сердечно-сосудистой системы, проходящие как сочетанная патология.

Распространение заболеваемости щитовидной железы и нетиреоидной кардиоваскулярной патологии в большей степени обусловлено влиянием биогеохимических параметров (тяжелые металлы почвы и микроэлементы питьевой воды), гигиенических, природно-климатических, социальных (образ жизни, характер питания) факторов и зависимо от них.

Однако сердечно-сосудистая система у пациентов с йоддефицитом наиболее зависима от социальных факторов (доходы населения, обеспеченность жилого фонда водопроводом, характер питания, социальные проблемы сельского населения).

Данная информация позволит выявить региональные проблемы Приморского края для планирования здравоохранительных мероприятий по снижению распространения йоддефицитных и сердечно-сосудистых заболеваний в различных районах края.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неуклонный рост распространения эколого-зависимых заболеваний в России вызывают серьезные проблемы эффективного здравоохранения населения на урбанизированных территориях, где качество среды обитания человека находится под нарастающим негативным влиянием техногенного воздействия, неблагоприятных социально-экономических и природно-климатических условий. Поэтому изучение условий формирования региональной (Приморский край) экологической зависимости заболеваний различных нозологий позволило определить системную многоуровневую причинно-следственную структуру развития и распространения заболеваемости различных нозологий (заболеваемости органов дыхания, мочевыделительной системы, онкологической заболеваемости и болезней, связанных с йод-дефицитом, включая сопутствующее заболевание сердечно-сосудистой системы).

В связи с этим на примере Приморского края была разработана методология системной оценки формирования качества среды обитания человека и установлены закономерности распространения эколого-зависимых заболеваний с учетом многофункциональной структуры взаимоотношений человека с окружающей средой.

Установлено, что воздействие на человека естественной природной среды наиболее разнообразно. Естественные факторы влияют на организм человека как негативно (патогенные реакции), так и позитивно (оздоровительный, саногенный эффект), причем в зависимости

от величины интенсивности и преобладания того или иного воздействия меняется величина негативных нагрузок на человека. Техногенные факторы влияют исключительно негативно, при этом чем больше нагрузка, тем сильнее развиваются патогенные реакции в организме человека. Влияние социогенных факторов, в сравнении с техногенными, имеет обратную зависимость – развитие социальной сферы приводит к улучшению качества среды обитания.

Среда обитания человека представляет собой сложнейшую структуру взаимосвязанных и взаимообусловленных, разных по свойству и характеру воздействия на человека составных компонентов природной, техногенной, социально-экономической и демографической среды. Поэтому структурная сложность среды обитания потребовала особых технологий оценки с учетом особенностей воздействия отдельных составляющих ее компонентов. Главная особенность методологии влияния среды на человека – оценка с учетом иерархичности их взаимоотношений. В основе подобных взаимоотношений лежали экологические закономерности развития экосистемы, где человек является полноправным ее компонентом с едиными законами внутренних и внешних связей.

Оценка воздействия всего комплекса факторов (природные, техногенные, социогенные) показала в целом нагрузочный характер среды обитания человека в Приморском крае. Главными нагрузочными компонентами среды являются негативные свойства климата, неблагоприятный для освоения горный рельеф, экологические проблемы, связанные с лесопользованием и горнодобывающей промышленностью, повышенное техногенное загрязнение отходами или выбросами промышленных предприятий с высоким классом вредности и высокой автомобилизацией региона.

Установление системы причинно-следственных связей в распространении эколого-зависимых заболеваний проводилось в последовательном переходе исследования от общего к частному. Учет всех изменений состояния окружающей среды и оценка степени их

воздействия на организм человека – задачи достаточно сложные. Поэтому выявление латентных причинно-следственных тенденций во взаимоотношениях человека и среды проводилось с использованием многомерных статистических методов (множественная корреляция, факторный, регрессионный, дискриминантный, «деревья классификации», информационно-энтропийный, метод корреляционных плеяд Терентьева).

Был разработан алгоритм негативного воздействия среды обитания человека на распространение эколого-зависимых заболеваний органов дыхания. Оценка проводилась по двум направлениям. Первое направление рассматривало воздействие на человека качественного состояния сформированной экосистемы (на глобальном и региональном уровнях). Такая позиция связана с тем, что сформированная экосистема формирует устойчивые тенденции причинно-следственных взаимосвязей среды и человека. Второе направление ориентировалось на использование подробной информации на локальной территории загрязненного города, воздействие условий которого на человека имеет неустойчивый характер.

Расчеты показали, что формирование *заболеваний органов дыхания* в Приморском крае лишь на 30–60 % определено воздействием природных, антропогенных и социальных факторов. Высокая экологическая зависимость заболеваний органов дыхания в крае связана с неблагоприятными условиями среды обитания человека. Остальные 40–70 % – это физиологические, генетические и другие причины.

Выявлена тесная территориальная связь заболеваемости БОД с климатическими факторами и установлены региональные пороговые критерии для Приморского края на основе интервальной оценки вариационно-статистического ряда. Используя величины пороговых критериев (для детей, подростков и взрослых) и дискриминационные функции биоклиматических зон, были определены оптимальные климатические нагрузки, которые позволили классифицировать патогенное воздействие на органы дыхания в зависимости от возраста и места

проживания. Было установлено: влияние климатических нагрузок на уровень распространения болезней органов дыхания возрастает по мере приближения к морю, наиболее чувствительны к патогенному воздействию климата дети и подростки.

Определены региональные пороговые критерии воздействия на органы дыхания по основным техногенным выбросам в атмосферу (общий выброс, твердые выбросы, выбросы SO₂, CO, NO_x). Получены региональные критерии среднесуточных объемов выброса токсичных компонентов в воздушную среду, вызвавших колебания уровня заболеваемости в промышленных городах края. Нужно заметить, что если климатические нагрузки по величине отличались для детей, подростков и взрослых, то техногенное загрязнение одинаково опасно для всех возрастных групп населения. В Приморском крае районы с сильными и очень сильными техногенными нагрузками, как правило, совпадают с районами повышенных климатических нагрузок, тем самым оказывая на органы дыхания двойную нагрузку.

Проведенные исследования распространения заболеваний *мочевыделительной системы* на территории Приморского края показали экологическую зависимость от состояния питьевого водоснабжения в городах Приморского края, вызывая серьезное негативное влияние на распространение заболеваемости мочевыделительной системы. Установлено, что при различии социальных, природно-техногенных условий фоновые и пороговые уровни заболеваемости болезнями МВС в крае превышают эпидемиологические показатели, что указывает на экзогенную природу зависимости.

Экологическая зависимость распространения *онкологических заболеваний* имеет сложный многослойный механизм формирования. Системная оценка экологической зависимости в распространении заболеваемости злокачественными новообразованиями в Приморском крае включала два этапа исследований. На первом этапе оценены условия развития средовой или экологической зависимости распространения онкологических заболеваний в Приморском крае.

На втором этапе определена связь с доминантными «пусковыми» факторами воздействия, изменение величины которых вызвали колебания уровня заболеваемости онкопатологий.

Экологическая зависимость рассмотрена для наиболее распространенных в Приморском крае злокачественных новообразований (рак легких, желудка, кожи и почек).

Определена экологическая зависимость онкозаболеваний от воздействия качества среды обитания человека, вызвавших повышенные нагрузки на организм человека, который отразился в реакции организма на отдельные факторы среды, изменение величины которых повлекло увеличение уровня заболеваемости.

Было установлено, что распространение онкологической заболеваемости территориально неоднородно по нозологиям, что говорит о сложности экзогенной и эндогенной этиологии заболевания.

Обнаружена зависимость уровня заболеваемости от демографических факторов. Заболеваемость городского населения в разной степени превышает заболеваемость сельского населения.

Отмечается половозрастное различие, когда новообразования легких, желудка, кожи начинает развиваться с 25 лет и старше, причем резкое нарастание заболеваний происходит, как правило, с пенсионного возраста, причем заболеваемость рака легких, желудка и почек во многом поражает мужское населения края.

Определены пороговые критерии внешнего воздействия, что позволило прогнозировать эпидемиологический риск с целью коррекции качества среды обитания для предотвращения онкологических заболеваний у населения региона.

Установлено, что онкологическая заболеваемость в Приморском крае, в первую очередь, определяется социальными проблемами (доходами населения и уровнем медицинского обслуживания). Природно-техногенная составляющая носит лишь усугубляющий характер, что указывает на неблагополучие социально-экономического развития региона.

Наличие в геохимической провинции Приморского края дефицита йода создало условия для формирования экологической обусловленности *йоддефицитных заболеваний*. Однако помимо обусловленности установлена и экологическая зависимость распространения йоддефицитных заболеваний от природно-климатических, техногенных и социально-климатических условий среды обитания в крае.

Моделирование экологической обусловленности и зависимости заболеваний включило определение классификационных критериев наиболее значимых факторов, позволившее установить количественные диапазоны воздействующих факторов при прогнозировании «низкого», «повышенного» и «высокого» уровней распространения йоддефицитных заболеваний. Было доказано, что при йоддефиците первичными «мишенями» явилась тиреоидная и сердечно-сосудистая системы, нарушения в работе которых вызвали нарушение системного равновесия организма. Полученные результаты на клинко-индивидуальном (частном) уровне сформировали архитектуру модели на популяционном (общем) уровне моделирования.

Проведенная комплексная оценка йоддефицитных заболеваний в Приморском регионе выявила их гетерогенный характер. Показано, что развитие этой патологии в крае носит антропогеохимическую природу и характеризуется сочетанным влиянием на йоддефицитную патологию природных (дефицит эссенциальных микроэлементов), техногенных (избыток токсических микроэлементов) и социальных (несбалансированность питания) факторов.

Реакция организма человека на внешнее воздействие происходит за счет первичных нарушений в наиболее уязвимой тиреоидной системе, являющейся одним из основных барьеров на пути формирования йоддефицитных заболеваний в Приморском крае. Наличие йодного дефицита (геохимический йоддефицит), загрязнение почв, низкое качество потребляемой воды и особенности питания формируют обусловленность и зависимость формирования йоддефицитной патологии у населения Приморского края.

Установлено, что проявление йоддефицитных заболеваний в большой степени сопряжено с распространением патологии *системы кровообращения*, которое также зависит от качества среды обитания человека в Приморском крае. Выявлен комплекс приоритетных санитарно-гигиенических и природно-климатических параметров, влияющих на распространение болезней системы кровообращения как проявление йоддефицитных состояний нетиреоидного типа среди взрослого и подросткового населения.

Распространение болезней системы кровообращения связано с высокими концентрациями в почве свинца, хрома, лития, бора, марганца и бериллия, превышающими ПДК от 1,8 до 4,5 раза, в то же время значительное влияние оказывает и состав питьевой воды (содержание ионов кальция, магния, меди, марганца, железа, бария). При этом наибольшую степень влияния имеют уровни содержания свинца, хрома и марганца в почве, а также концентрации ионов кальция, магния в воде. Эндемические территории по йоддефициту в крае – зоны Приханковья, юга Приморья и морского побережья, которые являются наиболее неблагоприятными в экологическом отношении.

В результате йоддефицитные заболевания тиреоидной патологии (болезни щитовидной железы) и нетиреоидной (болезни системы кровообращения) у населения являются не только экологически обусловленными, но и зависимыми заболеваниями природно-техногенного генеза. Формируются данные заболевания из-за относительной (вторичной) йодной недостаточности на фоне нормального йодного обеспечения за счет блокады участия йода в обменных процессах организма человека при недостатке необходимых для организма химических элементов в питьевой воде, почве и, как следствие в питании. В результате низкое качество среды обитания оказывает патологическое действие на население Приморья, вызывая повышенные нагрузки на адаптивные механизмы, а при длительном воздействии вызывает развитие эколого-зависимых и обусловленных заболеваний.

Методология проведения популяционных исследований позволила оценить общие тенденции распространения заболеваний органов дыхания и мочевыделительной системы, новообразований и йоддефицитных тиреоидных и нетиреоидных патологий в Приморском крае. Проведенные теоретические и научные исследования помогут выстраивать иерархию региональных административных задач, вносящих значительный вклад в обеспечение гигиенической безопасности проживания населения в Приморском крае.

Литература

1. Авдеева М.В. Медико-социальная характеристика лиц с неблагоприятным профилем кардиометаболического риска, обследованных в центре здоровья / М.В. Авдеева, Л.В. Щеглова, О.М. Григорьева // Ожирение и метаболизм. – 2012. – № 4. – С. 28-33.
2. Андрюков, Б.Г. Концепция аллостатической нагрузки как механизм оценки влияния климатических факторов на формирование тиреопатий у населения Приморского края (на примере населения Владивостока) / Б.Г. Андрюков, Л.В. Веремчук, Т.А. Гвозденко // Профилактическая и клиническая медицина. – 2015. – № 1 (54). – С. 22-29.
3. Андрюков, Б.Г. Эколого-гигиеническая оценка распространения йоддефицитных заболеваний на территории Приморского края / Б.Г. Андрюков // Бюл. СО РАМН. – 2010. – № 1 (30). – С. 36-42.
4. Андрюков, Б.Г. Эколого-гигиеническая оценка распространения йоддефицитных состояний у населения Приморского края / Б.Г. Андрюков, В.В. Семенова, П.Ф. Кику. – Владивосток: Дальпресс, 2005. – 303 с.
5. Антонюк, М.В. Йоддефицит как фактор риска развития кардиоваскулярной патологии у юношей / М.В. Антонюк, Л.В. Веремчук, И.Н. Симонова // Профилактика сердечно-сосудистых заболеваний в первичном звене здравоохранения: сб. материалов Рос. конф. – Новосибирск, 2007. – С. 9-10.
6. Аскаров, Р.А. Оценка риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния горно-обогатительного предприятия / Р.А. Аскаров, З.Ф. Аскарова, Г.А. Чуенкова // Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия: труды Всероссийской науч.- практ. конф. с междунар. участием. – Ангарск: Изд-во АГТА, 2012. – С. 69-72.
7. Атлас Приморского края. – Владивосток: Дальпресс, 1998. – 48 с.

-
8. Башалханова, Л.Б. Влияние климата на жизнедеятельность населения в регионах Восточной Сибири / Л.Б. Башалханова, И.А. Башалханов // География и природ. ресурсы. – 2008. – № 1. – С. 128-133.
 9. Башалханова, Л.Б. Ресурсное измерение социальных условий жизнедеятельности населения Восточной Сибири / Л.Б. Башалханова, В.Н. Веселова, Л.М. Корытный. – Новосибирск: Гео, 2012. – 221 с.
 10. Белов, С.В. Оценка гигиенической роли леса / С.В. Белов // Лес. х-во. – 1964. – № 1. – С. 8-13.
 11. Боев, В.М. Методология комплексной оценки антропогенных и социально-экономических факторов в формировании риска для здоровья населения / В.М. Боев // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 4-8.
 12. Бойцов, С.А. Структура факторов сердечно-сосудистого риска и качество мер их профилактики в первичном звене здравоохранения в России и в Европейских странах (по результатам исследования EURICA) / С.А. Бойцов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2012. – № 11 (1). – С. 11-16.
 13. Бокша, В.Г. Справочник по климатотерапии / В.Г. Бокша. – Киев: Здоровье, 1989. – 204 с.
 14. Боровиков, В.П. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. 2-е изд. / В.П. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.
 15. Бураго, В.А. Статистические методы медико-экологического картирования / В.А. Бураго, Т.В. Бураго. – Владивосток: ДВГАЭУ, 2003. – 235 с.
 16. Вакуленко, Н.В. К вопросу о глобальном изменении климата / Н.В. Вакуленко, Р.И. Нигматулин, Д.М. Сонечкин // Метеорология и гидрология. – 2015. – № 9. – С. 89-97.
 17. Величковский, Б.Т. Главнейшая задача экологии человека в России / Б.Т. Величковский // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 13-14.
 18. Величковский, Б.Т. Причины и механизмы снижения коэффициента использования кислорода в легких человека на Крайнем Севере / Б.Т. Величковский // Биосфера. – 2009. – № 2. – С. 213-217.
 19. Веремчук, Л.В. Алгоритм оценки экологического риска влияния воздушной среды на заболеваемость органов дыхания населения Приморского края / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику, Л.А. Белик // Новые медицинские технологии восстановительного лечения наиболее распространенных неинфекционных заболеваний: Сб. науч. тр. НИИ МКВЛ – ВФ ДНЦ ФПД СО РАМН / под ред. Е.М. Иванова, Э.А. Эндаковой. – Владивосток, 2002. – Ч. 1. – С. 18-28.

20. Веремчук, Л.В. Влияние эколого-гигиенических характеристик внешней среды на иммунно-метаболические показатели крови населения с заболеваниями органов дыхания / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику, И.Н. Симонова // Сибир. мед. журн. – 2012. – № 4. – С. 126-130.
21. Веремчук, Л.В. Воздействие климата и загрязнения воздушной среды на иммунно-метаболический статус населения города Владивостока / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику, И.Н. Симонова // Бюл. физиологии и патологии дыхания. – 2012. – Вып. 44. – С. 20-24.
22. Веремчук, Л.В. Вопросы систематизации природно-экологических факторов в рекреации / Л.В. Веремчук // Вопр. курортологии, физиотерапии и лечеб. физ. культуры. – 1996. – № 4. – С. 32-33.
23. Веремчук, Л.В. Гигиеническая оценка влияния климатических факторов на распространение заболеваемости органов дыхания в Приморском крае / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику / Гигиена и Санитария. – № 5. – 2005. – С. 23-28
24. Веремчук, Л.В. Информационно-аналитическое моделирование медико-экологических процессов здоровья населения / Л.В. Веремчук, Т.В. Горборукова, П.Ф. Кику // Информатика и системы управления: Приложение. Системный анализ в медицине: материалы научной конф. (САМ 2007). – Благовещенск, 2007 – Т. 13. – С. 8-11.
25. Веремчук, Л.В. Климатолечебные ресурсы курортов Приморского края: материалы конф. посвящ. 50-летию Санатория «Жемчужный» / Л.В. Веремчук // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2013. – С. 22.
26. Веремчук, Л.В. Математические методы в медицинских и медико-экологических исследованиях / Л.В. Веремчук // Тр. Ин-та медицинской климатологии и восстановительного лечения: обзоры научных исследований / под ред. Е.М. Иванова. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – С. 98-110.
27. Веремчук, Л.В. Медико-климатические зоны и их биометеорологическая характеристика / Л.В. Веремчук, Е.М. Иванов // Физиотерапия и курортология / под ред В.М. Боголюбова – Кн. 1, Гл. 1. – М.: Изд-во БИНОМ, 2008. – С. 6-13.
28. Веремчук, Л.В. Методологические подходы к оценке межсистемных взаимодействий в организме при йодной недостаточности / Л.В. Веремчук, М.В. Антонюк, И.Н. Симонова // Бюллетень Сибирского отделения РАМН. – № 6 (30). – 2010. – С. 123-128.
29. Веремчук, Л.В. Оценка природных ресурсов в целях рационального рекреационного природопользования на Дальнем Востоке / Л.В. Веремчук // Развитие медицинской реабилитации на Дальнем Востоке: матер. 19 Межрегиональной

конф. реабилитологов. – Хабаровск, 2016. – С. 30-33.

30. Веремчук, Л.В. Природно-экологические условия жизнедеятельности населения Приморского края. / Л.В. Веремчук, А.Б. Косолапов, П.Ф. Кику. – Владивосток: ДВГАЭУ, 2000. – 159 с.

31. Веремчук, Л.В. Риск распространения заболеваний органов дыхания в Приморском крае / Л.В. Веремчук, Т.А. Гвозденко // Современная медицина: актуальные вопросы. – 2013. – № 20. – С. 50-57.

32. Веремчук, Л.В. Рискометрия в проведении социально-гигиенического мониторинга / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику // Труды Института медицинской климатологии и восстановительного лечения: сб. науч. работ. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 23-35.

33. Веремчук, Л.В. Среда обитания и заболеваемость органов дыхания в Приморском крае / Л.В. Веремчук, Е.М. Иванов, П.Ф. Кику. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 218 с.

34. Веремчук, Л.В. Технология оценки распространения болезней органов дыхания под влиянием климатических факторов в рамках социально-гигиенического мониторинга / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику // Бюл. физиол. и патол. дыхания. – 2004. – Вып. 19. – С. 12-17.

35. Веремчук, Л.В. Экогенный риск распространения болезней органов дыхания / Л.В. Веремчук, Т.А. Гвозденко // Бюл. физиол. и патол. дыхания. – 2013. – Вып. 47. – С. 8-14.

36. Верещагин, А.И. Оценка риска для здоровья населения от загрязнений атмосферного воздуха выбросами предприятий теплоэнергетики / А.И. Верещагин // Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения: материалы пленума Науч. совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ. – М., 2011. – С. 83-88.

37. Влияние загрязнения атмосферного воздуха на здоровье жителей г. Омска в 2009 году / А.С. Федоров, И.Г. Винокурова, Н.В. Резанова и др. // Социально-гигиенический мониторинг и вопросы профпатологии в Сибирском федеральном округе: матер. науч.- практ. конф. – Новосибирск, 2010. – Т. 2. – С. 240-243.

38. Влияние загрязнения воздушной среды на формирование уровней общей заболеваемости бронхолегочной патологией во Владивостоке / Л.В. Веремчук, Н.А. Черпак, Т.А. Гвозденко, М.В. Волкова // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – № 55 (1). – С. 4-8.

39. Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье населения (обзор литературы) / Р.А. Голиков, Д.В. Суржилов, В.В. Кислицына, В.А. Штайгер //

Научное обозрение. Медицинские науки. – 2017. – № 5. – С. 20-31.

40. Влияние климата на функцию внешнего дыхания здорового населения г. Владивостока и больных с бронхолёгочной патологией / Л.В. Веремчук, Е.Е. Минеева и др. // Гигиена и санитария. – 2018. – № 5 (97). – С. 418-423.

41. Воронин, Н.М. Основы медицинской и биологической климатологии / Н.М. Воронин. – М.: Медицина, 1981. – 352 с.

42. Вяткин, М.Ф. О влиянии выхлопных газов автомобилей на здоровье человека / М.Ф. Вяткин, М.В. Куимова // Молодой ученый. – 2015. – № 10. – С. 87-88. – <https://moluch.ru/archive/90/19172/> (дата обращения: 22.11.2018).

43. Гаркунова, Л.В. Состояние сердечно-сосудистой системы у больных гипотиреозом в пожилом возрасте / Л.В. Гаркунова, А.С. Аметов // Терапевт. арх. – 2004. – № 12. – С. 97-99.

44. Гаськов, А.Ю. Особенности развития йоддефицитных состояний у детей, проживающих в условиях загрязнения окружающей среды фтористыми соединениями / А.Ю. Гаськов, М.Ф. Савченков, Н.Н. Юмков // Гигиена и санитария. – 2005. – № 6. – С. 53-55.

45. Гегерь, Э.В. Влияние факторов окружающей среды на заболеваемость тиреоидной патологией / Э.В. Гегерь // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 1 (250). – С. 10-11.

46. Гедулянов, М.Т. Изучение влияния факторов окружающей среды на здоровье человека и качество жизни / М.Т. Гедулянов // Уч. зап. Орлов. гос. ун-та. – 2017. – № 3 (76). – С. 194-198.

47. Гигиеническая оценка совместного действия дефицита йода и фтористого загрязнения на состояние щитовидной железы у детей / Н.С. Шин, М.Ф. Савченков, О.М. Журба, Е.Л. Горева // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. 2013. № 2 (90), ч. 2. С. 134-138.

48. Гигиеническая характеристика факторов, формирующих тиреоидную патологию у детей / О.В. Возгомент, И.П. Корюкина, А.И. Аминова, К.П. Лужецкий, С.В. Фарносова // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 2. – С. 28-30.

49. Гиперфункция щитовидной железы и факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний (по данным популяционных исследований России и США) // Профилактическая медицина. – 2015. – № 4. – С. 28-32.

50. Гипотиреоз и сердечно-сосудистые заболевания / З.Н. Бланкова, Ф.Т. Агеев, Е.М. Середенина и др. // РМЖ. – 2014. – № 13. – С. 980.

51. Голева, О.П. Заболеваемость населения Ханты - Мансийского автономного округа злокачественными новообразованиями / О.П. Голева, С.В. Вяльцин,

-
- А.В. Вильгельм // Гигиена и санитария. – 2008. – № 6. – С. 47-49.
52. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. 5 изд. (январь 2008 г.) (с Изменением № 1).
53. Государственный доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Приморском крае в 2008 году / Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Приморскому краю. – Владивосток, 2009. – 282 с.
54. Государственный доклад о состоянии здоровья населения Российской Федерации в 1999 году. – М.: МЗ РФ, РАМН, ГКСЭН РФ, 2000. – 268 с.
55. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Приморском крае в 2016 году // Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Приморскому краю. – Владивосток, 2017. – 284 с.
56. Государственный доклад «Состояние здоровья населения и ресурсы здравоохранения Дальневосточного федерального округа». – Хабаровск, 2006. – 178 с.
57. Григорьева, Е.А. Интегральная оценка эколого-климатических условий Еврейской автономной области / Е.А. Григорьева // Вестн. РУДН: Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 3. – С. 60-70.
58. Григорьева, Е.А. Погодные условия как фактор риска развития болезней органов дыхания населения и меры по их профилактике на примере студенческой молодежи / Е.А. Григорьева, Л.П. Кирьянцева // Бюл. физиол. и патол. дыхания. – 2014. – Вып. 51. – С. 62-68.
59. Гриппи, М.А. Патофизиология легких / М.А. Гриппи // М.: Изд-во ЗАО «БИ-НОМ»; СПб.: Невский диалект, 2008. – 344 с.
60. Данилова, Н.А. Климатические ресурсы / Н.А. Данилова // Рекреационные ресурсы СССР. – М.: Наука, 1990. – С. 16-30.
61. Дедов, И.И. Дефицит йода – угроза здоровью и развитию детей в России: национальный доклад / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, Е.А. Трошина. – М., 2006. – 123 с.
62. Динамика риска заболеваемости населения в промышленных городах Иркутской области / В.М. Прусаков, А.В. Прусакова, З.А. Зайкова и др. // Гигиена и санитария 2013. – № 5. – С. 63-69.
63. Дичев, Т.Г. Теория адаптации и здоровье человека / Т.Г. Дичев. – М.: Новый центр, 2004. – 87 с.

64. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2014 год: государственный доклад. – М.: Минздрав РФ, 2015. – 161 с.
65. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 1992 году. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток: Дальпресс, 1993. – 168 с.
66. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 1993 году. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток, 1994. – 182 с.
67. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 1995 году. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток: Дальпресс, 1996. – 174 с.
68. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 1996 году. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток: Дальпресс, 1997. – 194 с.
69. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 1999 году. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток: Дальпресс, 2000. – 137 с.
70. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 2000 году Приморский краевой Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток: Дальпресс, 2001. – 210 с.
71. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 2006–2008 гг. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток: Дальпресс, 2009. – 204 с.
72. Доклад о состоянии окружающей природной среды Приморского края в 2009 году. Приморский край. Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов / под ред. М.Н. Бибикова, К.М. Кученко, С.А. Киселева. – Владивосток: Дальпресс, 2010. – 137 с.

-
73. Ефимова, Н.В. Экогении: теоретические проблемы и поиск решений / Н.В. Ефимова // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 1 (2). – С. 17-19.
74. Жукова, В.В. Оценка эколого-гигиенического риска развития йоддефицитных состояний у критических групп населения / В.В. Жукова, Е.В. Самыкина, С.В. Зимина // Известия Самарского научного центра РАН. — 2010. – Т. 12, № 1 (6). – С. 1484-1487.
75. Заболеваемость всего населения России в 2014 году: статистические материалы. – М.: Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Министерства здравоохранения РФ. – 2015. – Ч. 1. – 138 с.
76. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения административных центров Сибири и Дальнего Востока (1998–2012) / Л.Ф. Писарева, О.А. Ананина, И.Н. Одинцова и др. // Сибирский онкологический журнал. – 2014. – Т. 4. – С. 5-10.
77. Заболевания органов дыхания на Дальнем Востоке России: эпидемиологические и социально-гигиенические аспекты / В.П. Колосов, Л.Г. Манаков, П.Ф. Кику, Е.В. Полянская. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – 219 с.
78. Захаренков, В.В. Определение приоритетности природоохранных мероприятий на основе оценки риска для здоровья населения промышленного города / В.В. Захаренков, В.В. Кислицына // Успехи соврем. естествознания. – 2014. – № 2. – С. 12-15.
79. Захаренков, В.В. Проблемы общественного здоровья в Сибирском федеральном округе и пути их решения / В.В. Захаренков, И.В. Виблая, А.М. Олещенко // Вестн. РАЕН. Западно-Сибирское отд. – 2011. – № 13. – С. 39-40.
80. Зонов, Ю.Б. Ландшафты Приморского края / Ю.Б. Зонов // Вопр. географии и геоморфологии советского Дальнего Востока. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1991. – С. 3-17.
81. Иванов, А.В. Автотранспорт как основной источник загрязнения воздушного бассейна на территории Юго-Восточного региона Республики Татарстан / А.В. Иванов, Е.А. Тафеева // Вестн. НЦБЖД. – 2011. – № 1.
82. Иванов, Е.М. К вопросу формирования здоровья населения Приморского края / Е.М. Иванов, Э.А. Эндакова, П.Ф. Кику // Вестник ДВО РАН. – 2001. – № 4. – С. 77-83.
83. Ильницкий, А.П. Бедность, стресс, рак / А.П. Ильницкий // Первичная профилактика рака. – 2005. – Вып. 1. – С. 32-35.

84. Индикаторные показатели экологического здоровья населения для социально-гигиенического мониторинга / Т.Д. Гриценко, С.М. Соколов, Т.Е. Науменко и др. // Профилактика заболеваний и укрепление здоровья. – 2004. – № 2. – С. 39.
85. Использование информационно-энтропийного анализа для оценки распространения болезней органов дыхания на территории Приморского края / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук, Л.Н. Деркачева и др. // Бюл. физиол. и патол. дыхания. – 2001. – Вып. 10. – С. 12-20.
86. Кавицкий, Р.Е. Механизмы канцерогенеза и факторы антиканцерогенеза / Р.Е. Кавицкий // Вопр. онкологии. – 2005. – № 6. – С. 32-35.
87. Карась, А.С. Щитовидная железа и сердце / А.С. Карась, А.Г. Обрезан // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2009. – № 3 (5). – С. 37-42.
88. Карта экологических проблем леса / под ред. А.С. Шейнгауза. – Хабаровск, 1989.
89. Катульская, О.Ю. Загрязнение атмосферного воздуха и состояние здоровья детей в промышленном городе Восточной Сибири (проспективное исследование) / О.Ю. Катульская // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра. – 2010. – № 4. – С. 173-177.
90. Катульский, Ю.Н. Об оценке риска здоровью населения, вызываемого действием системных токсикантов / Ю.Н. Катульский // Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия: тр. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Ангарск: Изд-во Ангар. гос. техн. академии, 2012. – С. 6-11.
91. Качество питьевой воды и уровень заболеваемости мочевыделительной системы населения Приморского края / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику, Б.И. Челнокова и др. // Здоровье. Мед. экология. Наука. – 2001. – № 3. – С. 16-23.
92. Кику, П.Ф. Информационно-аналитическое моделирование медико-экологических процессов / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук, Т.В. Горборукова // Материалы VII Междунар. науч. конф. «Системный анализ в медицине». – Благовещенск, 2013. – С. 26-29.
93. Кику, П.Ф. Комплексная гигиеническая оценка среды обитания и здоровья населения Приморского края / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук // Гигиена и санитария. – 2002. – № 3. – С. 16-21.
94. Кику, П.Ф. Моделирование влияния экологических факторов на уровни заболеваемости органов дыхания в Приморском крае / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук // Здоровье. Мед. экология. Наука. – 2014. – № 2 (56). – С. 33-35.

-
95. Кику, П.Ф. Модель обработки медико-экологической информации при заболеваниях органов дыхания / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук, Л.А. Белик // Бюл. физиол. и патол. дыхания. – 2002. – Вып. 12. – С. 72-75.
96. Кику, П.Ф. Распространение йоддефицитных заболеваний в Приморском регионе в зависимости от геохимической ситуации / П.Ф. Кику, Б.Г. Андрюков // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 97-103.
97. Кику, П.Ф. Риск распространения заболеваний мочевыделительной системы в промышленных центрах Приморского края / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук, А.В. Вязова // Гигиена и санитария. – 2003. – № 5. – С. 15-19.
98. Кику, П.Ф. Роль экологических и социально-гигиенических факторов в распространении онкологических заболеваний / П.Ф. Кику, Л.В. Веремчук, М.В. Жерновой. // – Владивосток: Изд. дом Дальневост. федер. ун-та, 2012. – 192 с.
99. Киреев, Г.В. Содержание бензпирена в различных зонах мегаполиса / Г.В. Киреев, О.Ю. Баленков, Л.Н. Демина // Гигиена и санитария. – 2008. – № 3. – С. 6-8.
100. Клинская, Е.О. Среда жизни и здоровье населения (на примере Еврейской автономной области) / Е.О. Клинская, Н.К. Христофорова. – Биробиджан: ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2014. – 216 с.
101. Комплексное отделение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения: метод. рекомендации № 01-19/17-17. – М., 1996.
102. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в Дальневосточном регионе // Труды ДВНИИ. Вып. 37. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 148 с.
103. Компонентный анализ динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями населения Республики Саха (Якутия) в 1989-2001 гг. / Н.С. Куприянова и др. // Рос. онкол. журн. – 2005. – № 1. – С. 38-41.
104. Куркатов, С.В. Состояние здоровья населения Красноярского края, обусловленное химическим воздействием факторов окружающей среды / С.В. Куркатов, И.В. Тихонова, Н.Н. Торотенкова // Современные проблемы медицины труда, гигиены и экологии человека: материалы XLVI науч.-практ. конф. с междунар. участием, 2011 г., Новокузнецк. – Кемерово: Примула, 2011. – С. 134-137.
105. Лим, Т.Е. Влияние транспортных загрязнений на здоровье человека. Обзор литературы / Т.Е. Лим // Экология человека. – 2010. – С. 6-8.
106. Лисицын, Ю.П. Концепция факторов риска и образа жизни // Здравоохранение РФ. – 1998. – №3. – С. 49-52.
107. Лужецкий, К.П. Йоддефицитные заболевания природно-обусловленного

- происхождения у детей Пермского края / К.П. Лужецкий // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 3. – С. 25-30.
108. Лужецкий, К.П. Структурно-динамический анализ эндокринной патологии у детей, проживающих в условиях воздействия химических техногенных факторов среды обитания (на примере Пермского края) / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, Л.Н. Палагина // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 32-35.
109. Маркин, С.П. Оценка влияния факторов внешней среды на здоровье людей / С.П. Маркин, А.Я. Чижов // Вестн. РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 9. – С. 162-170.
110. Матюхин, В.А. Экологическая физиология человека и восстановительная медицина / В.А. Матюхин, А.Н. Разумов. – М.: ГЭОТАР Медицина, 1999. – 336 с.
111. Методические подходы к оценке эколого-гигиенического риска нарушения здоровья / Р.С. Гильденскиольд, И.Л. Винокур, О.В. Бобылева и др. // Экологический риск и здоровье человека, проблемы взаимодействия: материалы Всерос. конф. – М., 2002. – С. 54-56.
112. Методология интегральной оценки влияния факторов окружающей среды на функциональное состояние органов дыхания здоровых лиц и больных с бронхолегочной патологией / Л.В. Веремчук, Е.Е. Минеева, Т.И. Виткина и др. // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 3. – С. 269-273.
113. Методология оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на формирование уровней общей заболеваемости бронхиальной астмой / Л.В. Веремчук, Н.А. Черпак, Т.А. Гвозденко, М.В. Волкова // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 119-122.
114. Моделирование системных взаимодействий при йоддефиците в организме / Л.В. Веремчук, М.В. Антонюк, И.Н. Симонова, П.Ф. Кику // Вестн. новых мед. технологий. — 2010. – Т. 17, № 4. – С.20-23.
115. Мошков, А.В. Промышленность Приморского края в условиях социально-экономических реформ / А.В. Мошков // География и природ. ресурсы. – 2003. – № 3. – С. 132-140.
116. Мудрый, И.В. Влияние химического загрязнения почвы на здоровье населения / И.В. Мудрый // Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. – С. 32-37.
117. Овсянникова, Л.Б. Гигиеническая оценка опасности техногенного влияния окружающей среды на здоровье населения / Л.Б. Овсянникова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 64-65.

-
118. Озеленение городов Приморского края / Василюк В.К., Врищ Д.Л., Журавков А.Ф. и др. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – 516 с.
119. Омирбаева, С.М. Риск развития экологически обусловленных заболеваний / С.М. Омирбаева // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 11. – С. 28-32.
120. Опыт использования методологии оценки риска для здоровья населения: проблемы, результаты, управленческие решения / В.М. Прусаков, Э.А. Вержбицкая, А.В. Прусакова и др. // Проблемы медико-демографического и социально-гигиенического мониторинга и пути их решения: сб. науч.-практ. ст. семинара. – Иркутск: Иркут, 2010. – С. 56-64.
121. Основные выводы о медицинских аспектах загрязнения воздуха: проекты Revihaар и Hrapie ВОЗ/ЕК / Heroux M.E., Braubach M., Korol N., Krzyzanowski M., Raunovic E., Zastenskaya I. // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 9-14.
122. Основы анализа риска здоровью человека от воздействия факторов окружающей среды / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, А.В. Александрян и др. — Ереван, 2012. – 218 с.
123. Особенности клинико-лабораторного статуса у детей с йоддефицитными заболеваниями, проживающих в условиях комбинированного воздействия природно-техногенных факторов / К.П. Лужецкий, И.П. Корюкина, О.Ю. Устинова, Л.В. Бурдина, И.Е. Штина // Фундаментальные исследования. – 2010. – № 2. – С. 65-67.
124. Особенности эндокринных нарушений у детей, проживающих в условиях высокого риска ингаляционного воздействия бензола, фенола и без(а)пирена / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Л.Н. Палагина // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 97-103.
125. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году. // Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. – 206 с.
126. Оценка вклада выбросов автотранспорта в интегральную характеристику риска загрязнений воздушной среды / С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева, М.М. Андрианова и др. // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 21-25.
127. Оценка влияния атмосферного воздуха на здоровье населения Владивостока и ее особенности / В.Ю. Ананьев, Д.С. Жигаев, Л.В. Кислицина, П.Ф. Кику // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2012. – № 3 / 4. – С. 79-82.

128. Оценка эпидемиологического риска здоровья на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территории: пособие для врачей / под ред. А.И. Потапова. – М., 1999. – 48 с.
129. Патология почек при хронических неспецифических заболеваниях легких / М.М. Кирилов, М.М. Шашина, А.Б. Бочаров и др. // Пульмонология. – 2000. – № 2. – С. 84-87.
130. Патология щитовидной железы у детского населения при сочетанном воздействии дефицита йода и фтористого загрязнения окружающей среды / М.Ф. Савченков, Н.В. Ефимова, Р.С. Мануева, Л.А. Николаева, Н.С. Шин // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (12). – С. 1201-1205. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2016-95-12-1201-1205>.
131. Перевозчикова, Е.Г. Автомобильный транспорт как источник загрязнения / Е.Г. Перевозчикова // Актуальные вопросы экологии: материалы 7 Межрегиональной науч.-практ. конф., 2012 г. – Воронеж, 2012. – С. 63-66.
132. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России / С.Л. Авалиани, Л.Е. Безпалько, Т.Е. Бобкова и др. // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 33-35.
133. Петренко, О.В. Функциональное состояние некоторых гормональных систем организма у пациентов с артериальной гипертонией и сочетанной тиреоидной патологией / О.В. Петренко, О.И. Кузьминова, Д.Д. Юрдова // Бюл. СО РАМН. – 2005. – № 2 (116). – С. 147-151.
134. Петунина, Н.С. Сердечно-сосудистая система при заболеваниях щитовидной железы / Н.С. Петунина // Сердце. – 2002. – Т. 2, № 36. – С. 272-279.
135. Подчерняева, Н.С. Аутоимунная патология щитовидной железы у больных ювенильной склеродермией / Н.С. Подчерняева // Педиатрия. – 2015. – № 5. – С. 19-25.
136. Применение математического моделирования в системе «здоровье – окружающая среда» / В.С. Рукавишников, Н.И. Маторова, Н.В. Ефимова и др. // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 65-66.
137. Приморский край: статистический ежегодник / Приморскстат. – Владивосток, 2005. – 280 с.
138. Проблемы распространения и формирования заболеваний органов дыхания неинфекционной природы в неблагоприятных экологических зонах территории Приморского края: Отчет о НИР 029 (заключительный) / НИИ МКВЛ СО РАМН; рук. Е.М. Иванов. – Владивосток, 2001. – 243 с.

-
139. Районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации / Б.И. Кочуров, А.В. Антипова, С.К. Костовская и др. // География и природ. ресурсы. – 2002. – № 2. – С. 5-11.
140. Райх, Е.Л. Эволюция представлений об объекте науки в современной медицинской географии / Е.Л. Райх // Медицинская география и здоровье. – Л.: Наука, 1989. – С. 30-44.
141. Распространенность и факторы риска нефролитиаза у лиц молодого возраста, проживающих в сельской местности / Синьков А.В., Волосатова И.Н., Синькова Г.М., Николаева Л.А. // Урология. – 2017. – № 2. – С. 71-75.
142. Рахманин, Ю.А. Актуализация проблем экологии человека и гигиены окружающей среды и пути их решения / Ю.А. Рахманин // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 4-8.
143. Ревич, Б.А. Здоровье населения и загрязнение окружающей среды стойкими органическими загрязнителями / Б.А. Ревич, А. Шелепчиков // Гигиена и санитария. – 2008. – № 4. – С. 27-32.
144. Реймерс, Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы) / Н.Ф. Реймерс. / М.: Журнал «Россия Молодая», 1994. – 367 с.
145. Рекреационная отрасль Приморского края: состояние и пути оптимизации / Е.М. Иванов, Л.В. Веремчук, А.П. Каргина, В.В. Рудич // Проблемы первичной профилактики и восстановительного лечения: сборник. – Новосибирск, 1994. – Ч. 2. – С. 205-208.
146. Российский статистический ежегодник. 2018: стат. сб. / Росстат. – Р76 М., 2018. – 694 с.
147. Ростова, Н.С. Корреляции: структура и изменчивость / Н.С. Ростова. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2002. – 308 с.
148. Рукавишников, В.С. Медико-экологические проблемы на территориях нового освоения Сибири / В.С. Рукавишников, Н.В. Ефимова, И.В. Донских // Экология человека. – 2013. – Т. 9. – С. 3-8.
149. Русанова, Е.В. Эффективные теплотери органами дыхания, острая респираторная заболеваемость и ее прогноз / Е.В. Русанова // Биометеорология человека. – СПб., 2000. – С. 101-102.
150. Сидоркина, З.И. Социально-экономические факторы изменения демографических процессов в Приморском крае / З.И. Сидоркина // География и природ. ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 123-127.
151. Симонова, И.Н. Риск развития и профилактика кардиоваскулярных заболеваний у молодых мужчин при йоддефиците / И.Н. Симонова, М.В. Антонюк,

- Л.В. Веремчук // Развитие медицинской реабилитации на Дальнем Востоке. Региональный съезд с междунар. участием 2013 г.: сб. научн. тр. – Хабаровск, 2013. – С. 15-17.
152. Сеницын, И.С. Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха города Ярославля на заболеваемость органов дыхания / И.С. Сеницын // Ярослав. пед. вестн. – 2011. – Т. 3, № 1. – С. 190-194.
153. Современные проблемы оценки рисков и ущербов здоровью от воздействия факторов окружающей среды / С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, Н.С. Скворцова и др. // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 18-20.
154. Состояние онкологической помощи населению Приморского края / С.В. Юдин и др. // Рос. онкол. журн. – 2005. – № 1. – С. 92-93.
155. Состояние онкологической службы в Сибири и на Дальнем Востоке / Е.Л. Чойнзонов, Л.Ф. Писарева, И.Н. Одинцова и др. // Здравоохранение РФ. – 2014. – Т. 3. – С. 4-10.
156. Состояние сердечно-сосудистой системы при субклиническом тиреотоксикозе / Т.В. Быстрова, Е.А. Трошина, Ф.М. Абдулхабирова // Кардиология. – 2006. – № 1. – С. 68-72.
157. Социально значимые заболевания населения России в 2013 году: статист. материалы. – М., 2014. – 71 с.
158. Социально-экономическое положение Приморского края: доклад / Приморскстат. 2016. – 88 с.
159. Сперанская, О. Вещества, нарушающие работу эндокринной системы: состояние проблемы и возможные направления работы / О. Сперанская, О. Сергеев. – Самара: ООО Изд-во Ас Гард, 2014. – 35 с.
160. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2012 году / под ред. М.И. Давыдова, Е.М. Аксель; изд. группа РОНЦ. 2014. – 226 с.
161. Стратегия территориальной организации хозяйства Приморского края. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. – 260 с.
162. Сыч, Ю.П. Нарушение функционального состояния сердечно-сосудистой системы при субклиническом гипотиреозе / Ю.П. Сыч, В.Ю. Калашников, А.Л. Сыркин // Клиническая медицина. – 2003. – № 11. – С. 4-9.
163. Теория информации в медицине / под ред. В.А. Бандарина. – Минск: Изд-во Беларусь, 1974. – 271 с.
164. Ткачук, С.В. Обзор индексов степени комфортности погодных условий и их связь с показателями смертности / С.В. Ткачук // Тр. Гидрометцентра России.

2012. – Вып. 347. – С. 223-245.

165. Турбинский, В.В. Оценка опасности суммации вредного действия атмосферных загрязнений промышленными выбросами для здоровья населения / В.В. Турбинский, О.Д. Коротаева // Социально-гигиенический мониторинг и вопросы профпатологии в Сибирском федеральном округе: материалы науч.-практ. конф., 2010 г. – Новосибирск, 2010. – Т. 2. – С. 225-230.

166. Условия формирования рекреационной деятельности и рекреационные ресурсы / Л.А. Багрова, Н.В. Багров, Н.А. Данилова и др. // География рекреационных систем СССР / под ред. Ю.А. Веденина. – М.: Изд-во МГУ, 1980. – С. 17-27.

167. Факторы окружающей среды: опыт комплексной оценки / Н.В. Ефимова, В.С. Рукавишников, П.К. Кауров и др. – Иркутск: НЦ РВХ СО РАМН, 2010. – 232 с.

168. Факторы риска и распространенности субклинических форм сердечно-сосудистых заболеваний среди лиц трудоспособного возраста / Е.Д. Докина и др. // Клиническая медицина: науч.-практ. журн. – 2009. – № 1 (87). – С. 21-24.

169. Формирование загрязнения атмосферного воздуха города Владивостока и его влияние на распространение болезней органов дыхания / Л.В. Веремчук, В.И. Янькова, Т.И. Виткина, Л.С. Барскова, К.С. Голохваст // Сибир. науч. мед. журн. – 2015. – № 49 (35). – С. 55-61.

170. Хижняк, Ю.Ю. Особенности течения бронхиальной астмы в условиях муссонного климата Сахалина / Ю.Ю. Хижняк, В.П. Колосов, Ю.М. Перельман // Бюл. физиологии и патологии дыхания. – 2008. – № 29. – С. 12-18.

171. Хижняк, Ю.Ю. Сезонная динамика проходимости и реактивности дыхательных путей у больных бронхиальной астмой в условиях муссонного климата / Ю.Ю. Хижняк, В.П. Колосов, Ю.М. Перельман // Тихоокеан. мед. журн. – 2009. – Т. 1. – С. 82-84.

172. Чернышова, Л.Б. Характер воздействия систем городского расселения юга Дальнего Востока на окружающую среду / Л.Б. Чернышова // Расселение на Дальнем Востоке (проблемы и перспективы). – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. – С. 108-112.

173. Чиссов, В.И. Злокачественные новообразования в России в 2007 г. / В.И. Чиссов, В.В. Старинский, Г.В. Петрова; ФГУ МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий. – М., 2008. – 248 с.

174. Чиссов, В.И. Злокачественные новообразования в России в 2005 г. (заболеваемость и смертность) / В.И. Чиссов, В.В. Старинский, Г.В. Петрова; ФГУ МНИОИ им. П.А. Герцена Росмедтехнологий. – М., 2007. – 252 с.

175. Чудина, А.П. Группа повышенного риска возникновения рака лица с наследственной предрасположенностью к злокачественным новообразованиям / А.П. Чудина // Первичная профилактика рака. – 2005. – Вып. 1. – С. 29-31.
176. Экологическая зависимость распространения онкологических заболеваний в Приморском крае / Л.В. Веремчук, П.Ф. Кику, М.В. Жерновой, С.В. Юдин // Сибир. онкол. журн. – 2012. – № 1 (49). – С. 19-25.
177. Эколого-эпидемиологическая оценка риска воздействия на здоровье населения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе / С.М. Соколов, Л.М. Шевчук, Т.Е. Наumenко и др. // Актуализированные проблемы здоровья человека и среды его обитания и пути их решения: материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ, 2011 г. – М., 2011. – С. 350-353.
178. Эпидемиологические особенности болезней органов дыхания на территории Дальневосточного региона / Л.Г. Манаков, В.П. Колосов, А.А. Серова, И.Н. Гордейчук // Бюл. физиол. и патол. дыхания. – 2009. – Вып. 33. – С. 34-38.
179. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. – Изд-во Едиториал УРСС, 2015. – 434 с.
180. Юдин, С.В. Оценка причинно-следственных связей в системе «среда обитания – онкопатология» / С.В. Юдин, Л.В. Веремчук, В.Г. Морева // Влияние загрязнения окружающей среды на здоровье человека: сб. науч. тр. – Новосибирск, 2002. – С. 166-167.
181. Ягодин, Г.А. Устойчивое развитие: человек и биосфера. / Г.А. Ягодин, Е.Е. Пуртова. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2013. – 109 с.
182. Andryukov, B.G. Primorsky region of Russia: Environmental triggers of autoimmune thyroid disorders / B.G. Andryukov, L.V. Veremchuk // Science and Education: materials of the IV international research and practice conference. – Munich, 2013. – Vol. 1. – Munich, Germany, 2013. – P. 328-330.
183. Braveman, P.A. Broadening the focus: The need to address the social determinants of health. / P.A. Braveman, S.A. Egerter, R.E. Mockenhaupt // Am J Prev Med. – 2011. – N 40 (1 Suppl 1). – P. 4-18.
184. Cancer and the environment: Definitions and misconceptions / L. McGuinn, A. Ghazarian, G. Ellison et al. // Environ Res. – 2012. – N 112. – P. 230–234.
185. Climate change and respiratory disease: European respiratory society position statement / J.G. Ayres, B. Forsberg, I. Annesi-Maesano [et al.] // Eur. Respir. J. – 2009. – Vol. 34. – P. 295-302.
186. Contribution of major lifestyle risk factors for incident heart failure in older adults:

The Cardiovascular Health Study / L.C. Del Gobbo, S. Kalantarian, F. Imamura, R. Lemaitre, D.S. Siscovick, B.M. Psaty, D. Mozaffarian // JACC Heart Fail. – 2015. – P. 520–528. – Vol. 3 (7), Jul.

187. Endocrine – Disrupting Chemicals and Public Health Protection: A Statement of Principles from The Endocrine Society / R.T. Zoeller, T.R. Brown, L.L. Doan, A.C. Gore, N.E. Skakkebaek, A.M. Soto, T.J. Woodruff, F.S. Vom Saal // Endocrinology. – 2012. – Vol. 153, N 9. – P. 4097-4110. DOI: 10.1210/en.2012-1422.

188. Evaluation of emissions and air quality in megacities / B.R. Gurjar, T.M. Butler, M.G. Lawrence, J. Lelieveld // Atmos Environ. – 2008. – N 42. – P. 1593-1606.

189. Goodman, S.N. Cause and cancer epidemiology // Cancer Epidemiology and Prevention eds / Schottenfeld D., Fraumeni J.F., S.N. Goodman, J.M. Samet. – N.Y.: Oxford University Press, 2006. – P. 3-9.

190. Impact evaluation of environmental factors on respiratory function of asthma patients living in urban territory / L.V. Veremchuk, K. Tsarouhas, T.I. Vitkina, E.E. Mineeva, T.A. Gvozdenko, M.V. Antonyuk, [et al.] // Environmental Pollution. – 2018. – Vol. 235. – P. 489-496.

191. Inspiratory airflow limitation after exercise challenge in cold air in asthmatic children / J.M. Driessen, J. van der Palen, W.M. van Aalderen [et al.] // Respir. Med. – 2012. – Vol. 106. – P. 1362-1368.

192. Kozyreva, T.V. Adaptation to cold of homeothermic organism: changes in afferent and efferent links of the thermoregulatory system / T.V. Kozyreva // J. Exp. Integr. Med. – 2013. – Vol. 3 (4). – P. 255-265.

193. Smulevich, V. Ecological approach to cancer epidemiology / V. Smulevich // Ecol. Disease. – 2008. – N 8. – P. 75-79.

194. Staiger, H. The perceived temperature – a versatile index for the assessment of the human thermal environment. Part A: scientific basics / H. Staiger, G. Laschewski, A. Grätz // Int. J. Biometeorol. – 2012. – Vol. 56. – P. 165-176.

195. The impact of the 2003 heat wave on mortality and hospital admissions in England / H. Johnson, R.S. Kovats, G. McGregor [et al.] // Health Statistics Quarterly. – 2005. – Vol. 25. – P. 6-11.

196. Urban air pollution, climate and its impact on asthma morbidity / L.V. Veremchuk, V.I. Yankova [et al.] // Asian Pacific Journal Biomedicine. – 2016. – Vol. 5 (1). – P. 930-933.

197. Xu, Z. Diurnal temperature range and childhood asthma: A time-series study / Z. Xu, C. Huang, H. Su [et al.] // Environ. Health. – 2013. – Vol. 12. – 12 p. DOI: 10.1186/1476-069X-12-12.

Научное издание

**Веремчук Людмила Васильевна,
Виткина Татьяна Исааковна**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЙ
В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**

Монография

Подписано в печать 30.04.2020 г.
Формат 60×84 / 16. Усл. печ. л. 16,97.
Тираж 500 экз. (1-й завод 1–50). Заказ 117.

Дальневосточный федеральный университет
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

Отпечатано в Дальневосточном федеральном университете
690091, г. Владивосток, ул. Суханова, 8
(Типография Издательства ДВФУ,
690091, г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10)