

Влияние экологических факторов на показатели заболеваемости населения

А.П. Левич, ведущий научный сотрудник, д-р биол. наук

Н.Г. Булгаков, ведущий научный сотрудник, д-р биол. наук

А.Л. Барабаш, аспирант

Д.В. Рисник, научный сотрудник, канд. биол. наук

П.В. Фурсова, старший научный сотрудник, канд. физ-мат. наук

Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

e-mail: apl@chronos.msu.ru, bulgakov@chronos.msu.ru, barabashandrej@yandex.ru, biant2@mail.ru, olina_fursova@mail.ru

Ключевые слова:

заболеваемость,
качество артезианских питьевых вод,
корреляционный анализ,
анализ таблиц сопряженностей,
границы нормы качества.

На примере Тамбовского региона проведено исследование влияние состава артезианских питьевых вод на заболеваемость трудоспособного населения в 16 классах заболеваний по международной классификации. Для данной цели использованы корреляционный анализ, анализ таблиц сопряженностей, метод расчета локальных экологических норм (метод ЛЭН). Приведены основы in situ-технологии контроля качества окружающей среды. С помощью метода ЛЭН рассчитаны границы нормы физико-химических факторов артезианских вод и границы нормы заболеваемости в разных классах заболеваний.

1. Проблемы оценки качества среды обитания

При оценке качества окружающей человека среды в современной российской практике используют нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) в воде, воздухе, почве, получаемые в результате токсикологических лабораторных экспериментов на подопытных популяциях организмов. Однако при применении ПДК в системе охраны природы и здоровья человека возникают сомнения в экологической эффективности таких нормативов. Это связано с тем, что данные нормативы определяют в лаборатории на изолированных тест-организмах с отдельными факторами без учета их взаимодействия. Эти нормативы находят только для химических веществ, но на природные популяции и сообщества действуют также тепловое, радиационное, электромагнитное, шумовое и биологическое загрязнения; полученные в лаборатории нормативы неправомерно переносятся на человека, который может иметь совершенно иную чувствительность к загрязнителям. ПДК применяют в виде единых нормативов для огромных географических и административных территорий и акваторий без учета их региональных или локальных особенностей. Мето-

ды определения ПДК предусматривают поиск только верхних допустимых уровней, в то время как низкие значения также могут иметь негативные последствия. Способы расчета ПДК не позволяют оценить вклад различных факторов в неблагоприятное биоты и степень достаточности программы наблюдений за потенциально опасными факторами [1].

Альтернативой или дополнением к нормативам качества среды, полученным *in lab*, может быть установление пределов нормы по экологическим данным, добытым *in situ*. Однако при использовании природных данных возникает методическая проблема их анализа. В природных экосистемах на биологические характеристики одновременно действует множество факторов среды. Зависимость между переменными в этом случае имеет вид «плохо организованного», «размытого» облака точек (рис. 1). Причина «размытости» в том, что на зависимые показатели могут влиять сразу несколько природных и антропогенных факторов. Корреляционный анализ «размытых» зависимостей, естественно, демонстрирует сравнительно низкую и незначительную величину связей. Многомерный регрессионный анализ также осложнен рядом обстоятельств [2, 3].

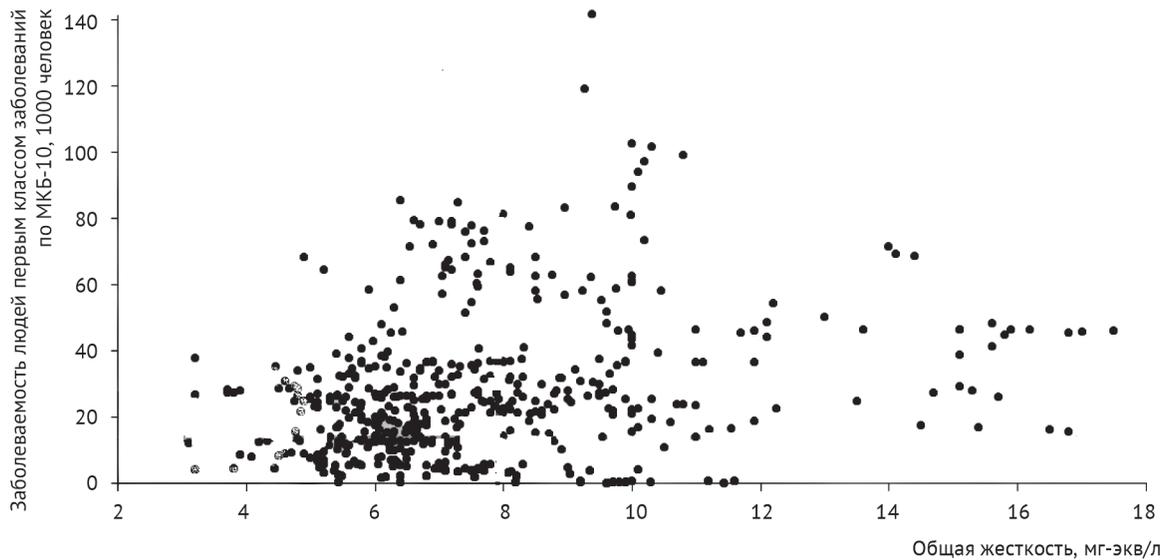


Рис. 1. Влияние фактора на индикатор при исследовании связи между заболеваемостью и общей жесткостью питьевой воды в случае совокупного влияния на индикатор множества факторов среды

Необходимо научиться работать не с «хорошо организованными» (точный термин — функциональными) зависимостями биологических характеристик от факторов окружающей среды, т.е. с зависимостями, обнаруживаемыми в лабораторных экспериментах, а с размытыми, неоднозначными, «плохо организованными» (нефункциональными) связями между экологическими переменными природных комплексов.

2. In_situ-технология контроля качества среды

Предлагаемая технология [1, 4–8] основана на анализе данных совместных наблюдений за характеристиками организмов и среды их обитания в природных и антропогенных экосистемах и позволяет преодолеть указанные выше проблемы экологического контроля и анализа экологических данных, *опираясь на следующие положения.*

Оценку состояния экосистем (в том числе, антропогенных) следует проводить не по уровням факторов среды, а по характеристикам биологических компонент (биологическим индикаторам).

Оценку следует проводить *in situ*, а не *in lab*.

Необходимо введение научно обоснованного определения (и метода установления) для понятия «экологическая норма природного объекта». Для природных экосистем желателен отказ от экспертного (субъективного) установления «экологической нормы» для биологических индикаторов, которое присуще лабораторным опытам с тест-объектами, когда отклонением от нормы признают статистически значимое превышение величин тест-параметра в опытах с разными дозами испытуемых веществ при сравнении с контрольным экспериментом. Такой

подход в приложении к природным объектам нереалистичен, поскольку у исследователей нет в распоряжении другого — контрольного — эксперимента, кроме пассивного эксперимента, который человек «проводит» над природой (и самим собой) в местах проживания и хозяйственной деятельности.

Необходимы строгие научные критерии отбора адекватных биологических индикаторов состояния природных объектов. Так, для антропогенных экосистем в качестве биологического индикатора состояния логично выбирать характеристики популяции человека, например, показатели общей заболеваемости и заболеваемости отдельными категориями болезней у возрастных групп и популяции человека в целом.

Нормативы факторов природной среды следует устанавливать как уровни, не нарушающие норму экологического состояния для биологических индикаторов. Такие нормативы учитывают: не изолированные вредные воздействия, а реально сложившиеся в природе их полные комплексы; многочисленные косвенные эффекты воздействий; отдаленные последствия воздействий на биоту.

Метод установления нормативов должен ограничивать не только высокие, но и низкие (если они существуют) значения факторов среды.

Анализ натуральных данных должен не только выявлять факторы среды, приводящие к экологическому неблагополучию биологических индикаторов, но и позволять ранжировать такие факторы по вкладу в степень неблагополучия, и оценивать достаточность программ наблюдения за ними.

Среди включенных в анализ характеристик среды могут фигурировать не только химические вещества,

но и любые измеряемые характеристики климата, водного режима, шумовых воздействий, электромагнитных, радиационных излучений и т.п.

Исключительно важная черта *in_situ*-технологии состоит в том, что назначая биоиндикатор, специалист априорно не указывает границы между благополучными и неблагополучными значениями индикатора. Положение таких границ представляет один из главных результатов совместного анализа биологических и физико-химических данных.

Второй главный результат применения *in_situ*-технологии — границы нормы для факторов окружающей среды, разделяющие классы с различной степенью допустимости и недопустимости значений фактора. Допустимость и недопустимость значений трактуется в том смысле, что они приводят соответственно к благополучным и неблагополучным значениям биологического индикатора [9].

3. Методы анализа данных

Корреляционный анализ. В работе использован линейный корреляционный анализ связей между показателями заболеваемости и физико-химическими факторами. Для интерпретации результатов анализа использована шкала Чеддока [10]: если коэффициент корреляции по модулю находится в интервале от 0 до 0,32 — связь отсутствует, от 0,33 до 0,55 — связь слабая, от 0,56 до 0,71 — умеренная, от 0,72 до 0,84 — заметная, от 0,85 до 0,95 — высокая, от 0,96 до 0,995 — весьма высокая, более 0,995 — функциональная. Статистическую значимость найденных корреляций определяли в соответствии с критерием Стьюдента.

Анализ таблиц сопряженности. Ввиду описанных выше сложностей анализа природных данных,

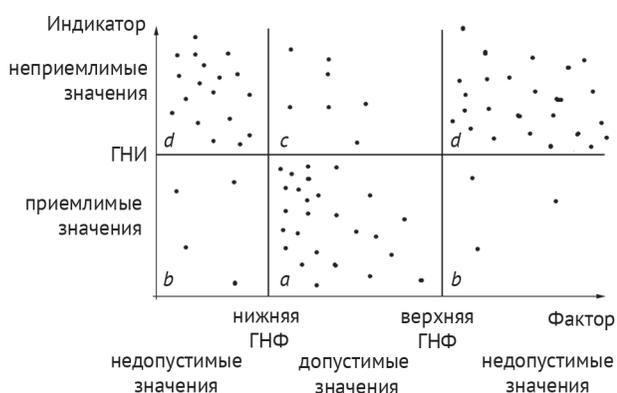


Рис. 2. Границы нормы индикатора (ГНИ) и действующего на него фактора (ГНФ) в природной экосистеме:

a — область допустимых значений фактора и приемлимых значений индикатора; *b* — области недопустимых значений фактора и приемлимых значений индикатора; *c* — область допустимых значений фактора и неприемлимых значений индикатора; *d* — области недопустимых значений фактора и неприемлимых значений индикатора

целесообразен переход от анализа связей между количественными переменными (корреляционный и регрессионный анализ) к анализу связей между качественными классами этих переменных с помощью таблиц сопряженности. Качественные классы включают, например, условно «высокие», «средние» и «низкие», или «приемлемые» и «неприемлемые», или «допустимые» и «недопустимые» и т.п. значения. Таблицы сопряженности оперируют числами наблюдений в классах, а не количественными значениями каждой из характеристик наблюдения. Однако подобный подход также сталкивается с некоторыми сложностями. Так, например, для использования стандартных статистических методов анализа связи в таблицах сопряженности необходимо заранее определить границы между качественными классами. Чтобы преодолеть субъективизм в выборе границ, предложен метод максимизации силы связей между качественными классами характеристик [11]. Метод предлагает проводить границы между качественными классами так, чтобы показатель, характеризующий связь между классами, был максимален. В нашем исследовании силу связи измеряет коэффициент контингенции Пирсона:

$$P = \frac{n_a n_d - n_b n_c}{\sqrt{(n_a + n_b)(n_b + n_d)(n_d + n_c)(n_c + n_a)}}$$

где величина n_i соответствует числу наблюдений в областях i на рис. 2. Однако коэффициент контингенции характеризует двустороннюю связь между характеристиками, т.е. дает наилучший (максимальный) результат, когда существует взаимное влияние двух характеристик друг на друга. В природных условиях влияние факторов на индикатор, как правило, одностороннее, поэтому необходимо введение и максимизация критерия, характеризующего одностороннее влияние.

Метод расчета локальных экологических норм (метод ЛЭН). Метод ЛЭН [6, 7, 9, 11] предполагает поиск таких границ качественных классов, при которых максимален критерий, характеризующий одностороннюю связь, т.е. описывающий только влияние фактора на индикатор. Таким критерием выбран критерий существенности:

$$C = \frac{n_a + n_d}{n_a + n_d + n_b} - \frac{(n_a + n_b)(n_a + n_c) + (n_d + n_b)(n_d + n_c)}{(n_a + n_b)(n_a + n_c) + (n_d + n_b)(n_d + n_c) + (n_a + n_b)(n_d + n_b)}$$

Величина n_i в формуле соответствует числу наблюдений в областях i на рис. 2. Каждую точку на плоскости «индикатор–фактор» можно отнести к некото-

рому классу качества по индикатору заболеваемости (например, к «низким» или «высоким») и по фактору (например, к «допустимым» или «недопустимым»). Классы по индикатору разделяет граница нормы индикатора (ГНИ), классы по фактору — граница нормы фактора (ГНФ). Если некоторая характеристика является индикаторной для воздействия фактора, то «низкие» значения индикаторной характеристики должны встречаться в наблюдениях только совместно с «допустимыми» значениями фактора (область «а» рис. 2), а «недопустимые» значения фактора — только совместно с «высокими» значениями индикаторной характеристики (область «d» на рис. 2). Другими словами, если организмы одинаково чувствительны к действию фактора, то «недопустимые» значения фактора никогда не должны приводить к «низким» значениям индикатора (область «b» на рис. 2) независимо от действия других факторов. На область «высоких» значений индикатора при «допустимости» значений исследуемого фактора (область «с» на рис. 2) не следует накладывать ограничения, так как наблюдения в этой области могут быть обусловлены влиянием на индикатор других факторов, в частности, факторов отсутствующих в программе наблюдений.

Первая часть формулы существенности — критерий точности Чеснокова [12] — отвечает за «субъективную» пустоту области «b» относительно близлежащих областей «а» и «d»: $T = \frac{n_a + n_d}{n_a + n_d + n_b}$.

Вторая часть формулы

$$\frac{(n_a + n_b)(n_a + n_c) + (n_d + n_b)(n_d + n_c)}{(n_a + n_b)(n_a + n_c) + (n_d + n_b)(n_d + n_c) + (n_a + n_b)(n_d + n_b)}$$

отражает пустоту области «b» относительно областей «а» и «d», обусловленную собственными распределениями характеристик.

Работа алгоритма по расчету границ нормы для пары «индикатор–фактор» заключается в переборе всех возможных положений границ норм, расчете для каждого положения границ критерия существенности и выборе таких границ, для которых критерий существенности максимален. Метод ЛЭН позволяет находить верхние, т.е. неприемлемые границы нормы заболеваемости. Для нормы фактора можно рассчитывать как верхние, так и нижние (когда «недопустимы» низкие значения), либо одновременно верхние и нижние границы.

Применены следующие критерии проверки границ нормы индикатора и фактора.

1. Область «b» должна быть достаточно пуста в сравнении с областями «а» и «d». Эту пустоту характеризуют критерии точности. Чтобы утверждать, что

область «b» достаточно пуста в сравнении с областями «а» и «d», критерий точности должен быть выше некоторого минимального значения, заданного исследователем: $T > T_{\text{мин}}$. В расчетах, как правило, используют значения критерия $T_{\text{мин}}$ 0,85.

2. Каждая из областей «а» и «d» должна содержать представительное количество точек. Выбор границы нормы индикатора вблизи максимальных значений индикатора и/или границы нормы фактора вблизи максимальных значений фактора приведет к тому, что область «b» окажется пустой, однако тогда и области «а» и/или «d» также окажутся пустыми. Чтобы удостовериться в наличии представительного числа точек в областях «а» и «d» введено ограничение на минимальную представительность этих областей. $PR_a > PR_{\text{мин}}$,

$$PR_d > PR_{\text{мин}} \text{ где } PR_a = \frac{n_a}{N}, PR_d = \frac{n_d}{N}, N — \text{общее количество наблюдений.}$$

В расчетах, как правило, используют значения критерия минимальной представительности от 0,1 до 0,25.

3. Необходимо наличие достаточного для анализа числа совместных наблюдений индикатора и фактора. Достаточность числа совместных наблюдений для метода ЛЭН регулируется минимальным числом совместных наблюдений: $N > N_{\text{мин}}$, где N — общее число совместных наблюдений индикатора и фактора. В расчетах, как правило, используют значения критерия $N_{\text{мин}}$ от 30 до 80.

4. Результаты расчетов должны быть значимы в статистическом смысле. Значимость (доверительную вероятность) полученных результатов оценивают как вероятность того, что при независимости распределений двух характеристик, между которыми проводится поиск связи, не будут найдены границы норм при заданных параметрах минимальной точности и представительности.

Полученные границы норм индикатора и фактора и соответствующее этим границам количество наблюдений в областях диаграммы (рис. 2) позволяют получить дополнительную информацию, характеризующую влияние факторов на индикатор как в отношении пар «индикатор–фактор», так и в отношении индикатора в целом. А именно, информацию о полноте вклада факторов в степень «неприемлемости» значений индикатора и о достаточности программы наблюдений за факторами для отражения причин «неприемлемости» значений исследуемого индикатора.

Полнота фактора характеризует вклад каждого из исследуемых факторов в степень «неприемлемости» высоких значений индикаторной характеристики: $P = n_d/N$, где n_d — число наблюдений «недопустимых» по фактору и «высоких» по индикатору (область «d» рис.

Таблица 1

**Классы заболеваний
по Международному классификатору болезней
9-го и 10-го пересмотров
(Международная классификация болезней. МКБ-10, 1989)**

Перечень классов МКБ 9	Перечень классов МКБ 10
I Инфекционные и паразитарные болезни	Некоторые инфекционные и паразитарные болезни
II Новообразования	Новообразования
III Болезни эндокринной системы, расстройства питания, нарушения обмена веществ и иммунитета	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм
IV Болезни крови и кроветворных органов	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ
V Психические расстройства	Психические расстройства и расстройства поведения
VI Болезни нервной системы и органов чувств	Болезни нервной системы
VII Болезни системы кровообращения	Болезни глаза и его придаточного аппарата
VIII Болезни органов дыхания	Болезни уха и сосцевидного отростка
IX Болезни органов пищеварения	Болезни системы кровообращения
X Болезни мочеполовой системы	Болезни органов дыхания
XI Осложнения беременности, родов и послеродового периода	Болезни органов пищеварения
XII Болезни кожи и подкожной клетчатки	Болезни кожи и подкожной клетчатки
XIII Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани
XIV Врожденные аномалии (пороки развития)	Болезни мочеполовой системы
XV Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде	Беременность, роды и послеродовой период
XVI Симптомы, признаки и неточно обозначенные состояния	Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде
XVII Травмы и отравления	Врожденные аномалии (пороки крови), деформации и хромосомные нарушения
XVIII —	Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках
XIX —	Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин
XX —	Внешние причины заболеваемости и смертности
XXI —	Факторы, влияющие на состояние здоровья населения, и обращения в учреждения здравоохранения

2), N^- — число наблюдений, «неприемлемых» по индикатору (при любых значениях всех факторов).

При анализе массива данных наблюдений может возникнуть ситуация, когда значения индикатора «неприемлемы», а значения всех факторов при этом «допустимы». Это означает, что какой-то важный фактор, оказывающий негативное влияние на исследуемый индикатор, не учтен, т.е. программа наблюдений за факторами, влияющими на индикатор, недостаточна. Рассчитанные границы норм индикатора и фактора позволяют определить достаточность программы наблюдений за факторами для исследуемого индикатора. Она отражает долю среди всех «неприемлемых» значений индикатора (при любых значениях всех факторов), которые обусловлены недопустимостью значений хотя бы одного из исследуемых в программе наблюдений факторов.

Для реализации приведенной методики расчета границ локальных экологических норм разработано программное обеспечение [13].

4. Исследование влияния состава артезианских питьевых вод на заболеваемость трудоспособного населения

4.1. Задачи исследования

1. Среди химических и микробиологических характеристик воды выявить факторы, существенно влияющие на уровень заболеваемости в различных классах болезней. Уровень заболеваемости в каждом классе заболеваний рассмотрен как самостоятельный индикатор здоровья населения.
2. Оценить вклад каждого из существенных факторов в повышение уровня заболеваемости.
3. Для каждого из существенных факторов рассчитать границы диапазонов значений, в пределах которых факторы приводят к высоким или низким уровням заболеваемости (т.е. рассчитать границы нормы факторов).
4. Для каждого из классов болезней рассчитать границы диапазонов высоких и низких уровней заболеваемости (т.е. рассчитать границы нормы индикаторов).
5. Оценить суммарный вклад состава питьевых вод в уровень заболеваемости населения в различных классах болезней.

4.2. Исходные данные

В качестве исходных данных использован массив наблюдений за 17 лет (1994–2010 гг.).

1) Первичная заболеваемость трудоспособного населения в 16 классах заболеваний Международной классификации болезней десятого пересмотра МКБ-10 (табл. 1) в 30 городах и районах Тамбовской области.

Из анализа были исключены данные о заболеваемости в следующих классах МКБ-10: «XVI класс — Отдельные состояния, возникающие в перинатальном периоде» как отсутствующий в возрастной когорте трудоспособного населения; «XX класс — Внешние причины заболеваемости и смертности» и «XXI класс — Факторы, влияющие на состояние здоровья населения и обращения в учреждения здравоохранения» как несущественные в тематике исследования. Данные классов МКБ-10 «VI — Болезни нервной системы», «VII — Болезни глаза и его придаточного аппарата», «VIII — Болезни уха и сосцевидного отростка» приведены суммарно, как в классе МКБ-9 «VI — Болезни нервной системы и органов чувств» (табл. 1), поскольку до 1999 г. данные медицинской статистики соответствовали МКБ-9 [13].

2) В качестве факторов, потенциально способных приводить к увеличению заболеваемости, исследовали 33 химико-микробиологических ингредиента в составе артезианских вод: среднегодовое содержание в воде ионов Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Fe (суммарно), Mn (суммарно), Cu (суммарно), F⁻, NH_3 (по азоту), NO_2^- (по азоту), NO_3^- (по азоту), Al^{3+} , Mo (суммарно), As (суммарно), Pb (суммарно), цианидов, нефтепродуктов, ПАВ; перманганатную окисляемость, фенольный индекс, сухой остаток (все в мг/л); $\text{Cl}^-/\text{SO}_4^{2-}$ (безразмерная величина); жесткость общую и жесткость устранимую (обе в мг-экв/л); мутность по формазину (единицы мутности), pH, цветность (градусы); данные о бактериях: общее количество колиформных и термотолерантных видов (численность в 100 мл); количество колифагов (численность бляшкообразующих единиц в 100 мл); общее микробное число (численность образующих колонии бактерий в 1 мл). Минимальное количество за исследуемый период — 77 наблюдений — было за содержанием в воде алюминия. Максимальное — 510 наблюдений — за общей жесткостью.

Данные получены из баз данных СанПиН, Геолфонда и общей базы данных Тамбовского областного отдела здравоохранения.

4.3. Корреляционный анализ и анализ таблиц сопряженности

Исходные данные содержали до 510 наблюдений (в 30 районах области за 17 лет) за заболеваниями в 16 классах болезней и количественными значениями 33 ингредиентов химико-микробиологического состава артезианских вод.

Анализировали зависимости между заболеваемостью и составом вод для трех различных массивов данных.

1. Динамика зависимостей за 17 лет в каждом из 30 районов значений заболеваемости всех 16 классов от значений всех 33 ингредиентов состава вод

(всего $30 \cdot 16 \cdot 33 = 15840$ зависимостей по 17 наблюдений в каждой).

2) Объединенные по всем 30 районам и 17 годам зависимости значений заболеваемости каждого из 16 классов от значений всех 33 ингредиентов состава вод (всего $16 \cdot 33 = 528$ зависимостей, включающих от 77 до 510 наблюдений в каждой).

3. Динамики зависимостей за 17 лет усредненных по 30 районам значений заболеваемости каждого из 16 классов от значений всех 33 ингредиентов (всего $16 \cdot 33 = 528$ зависимостей по 17 наблюдений в каждой).

Корреляционный анализ между количественными переменными для каждого города и района. На начальном этапе исследований для установления связи между заболеваемостью и значениями химико-микробиологических факторов применяли стандартный корреляционный анализ. Для каждого из 30 районов (городов) Тамбовской области был вычислен коэффициент корреляции между значениями заболеваемости в 16 классах болезней и значениями 33 химико-микробиологических показателей артезианских питьевых вод (т.е. рассчитаны 15840 коэффициентов). Критерием для отбора существенных корреляций были как высокое абсолютное значение самого коэффициента корреляции (от 0,72 до 1), так и уровень значимости α менее 0,05.

Для фактора HCO_3^- , имеющего наибольшее количество высоких коэффициентов корреляции с заболеваемостью в разных классах, доля коэффициентов, больших по абсолютному значению 0,72 среди всех возможных для 16 классов и 30 муниципальных образований Тамбовской области, составляет меньше половины (44%). Доля непротиворечивых коэффициентов (одинаково положительных или одинаково отрицательных корреляций) для многих химико-микробиологических характеристик достаточно мала. Например, для содержания марганца эта доля не превышает 10%. Наибольшее количество значимых связей заболеваемости с компонентами артезианских вод выявлено для болезней органов кровообращения — как правило, это положительные корреляции (кроме содержания марганца, цветности и общего микробного числа). Также достаточно много связей выявлено для болезней крови и кровяных органов — как правило, это положительные корреляции (кроме содержания марганца, кальция и цветности) и для травм и отравлений — как правило, это отрицательные корреляции (кроме общей и устранимой жесткости и содержания марганца). Из химико-микробиологических факторов питьевых вод чаще всего на заболеваемость влияют содержание $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, HCO_3^- , жесткость воды (общая и устранимая). При этом корреляции для данных факторов

могут быть как положительными, так и отрицательными в зависимости от класса заболеваний.

Что касается отдельных пар «класс заболеваний — фактор», то можно указать на многие районы, где высокие коэффициенты корреляции между болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани и содержанием магния (все корреляции отрицательные), между врожденными аномалиями (пороками развития) и содержанием сухого остатка и магния (все корреляции отрицательные).

Обращают на себя внимание регулярно встречающиеся большие различия между отдельными районами Тамбовской области по величине коэффициента корреляции для одной и той же пары «класс заболеваний — фактор». Причем нередко различается и знак корреляции (положительный или отрицательный). Так, например, для коэффициента корреляции между заболеваемостью психическими расстройствами и содержанием фтора выявлено поровну положительных и отрицательных корреляций, то же самое можно сказать о коэффициенте корреляции между заболеваемостью в классе «травмы и отравления» и содержанием аммиака — 4 положительных коэффициента (от 0,7 до 0,87) и 4 отрицательных (от -0,72 до -0,85). Можно сделать вывод, что, несмотря на высокие в отдельных случаях коэффициенты корреляции, их противоречивость для многих пар «заболеваемость—фактор» (в некоторых городах и районах корреляция положительная, в других — отрицательная; в одних районах связь обнаружена, а в других отсутствует) заставляет усомниться в достоверности обнаруженных в этой части исследования связей. Причина недостоверности, возможно, связана с небольшим количеством наблюдений в каждом районе (не более, чем за 17 лет) при больших погрешностях самих измерений.

Корреляционный анализ между количественными переменными по всем районам в совокупности. При анализе данных по всему массиву данных в целом (все города и районы, все годы, всего 528 коэффициентов корреляции каждого из 16 классов заболеваний с 33 факторами) не найдено ни заметных, ни сильных корреляций. Среднее значение коэффициента корреляции по модулю составило 0,06.

Анализ таблиц сопряженности между качественными переменными по всем районам в совокупности. Был рассчитан коэффициент контингенции Пирсона. Значения обеих характеристик (и индикатора, и фактора) с помощью метода максимизации силы связей разделены на классы «высоких» и «низких» значений. Коэффициент контингенции Пирсона равен коэффициенту корреляции соответствующих дихотомических признаков, рассматриваемых как количественные [14]. Если коэффициент контингенции больше или равен 0,72, считали, что надежно установлена

двусторонняя связь. Лишь для одной пары сопряженностей (болезни органов пищеварения (более 68 тысяч заболеваний) — концентрация молибдена (более 0,005 мг/л)) установлен заметный коэффициент контингенции, равный 0,71. Для остальных пар коэффициент в среднем оказался по модулю не более 0,1.

Корреляционный анализ между количественными переменными для усредненных данных по всем городам и районам. Чтобы нивелировать погрешности отдельных измерений, были рассчитаны коэффициенты корреляции для усредненных по всем городам и районам значений заболеваемости и химико-микробиологических характеристик. Из 33 исследованных химико-микробиологических характеристик питьевых артезианских вод для 22 получены коэффициенты корреляции, удовлетворяющие указанным выше требованиям величины и значимости. А общий процент заметных и сильных корреляций среди всех возможных пар «класс заболеваний — фактор» составил 20 % (111 из 544).

Анализ таблиц сопряженности между качественными переменными для усредненных данных по всем городам и районам. Аналогично тому, как это было сделано для всех районов в совокупности, был рассчитан коэффициент контингенции для усредненных данных по городам и районам Тамбовской области. При анализе показано, что из 34 исследованных химико-микробиологических характеристик питьевых артезианских вод для 26 были получены коэффициенты контингенции, удовлетворяющие указанному минимуму 0,72. Полученные результаты примерно сопоставимы с результатами, полученными при корреляционном анализе количественных усредненных переменных, т.е. отмечено небольшое количество сильных связей от общего числа возможных сопряженностей (менее 50 %).

Итоги корреляционного анализа и анализа таблиц сопряженности. Полученные результаты приводят к выводу, что анализ связей между индикаторами здоровья и факторами химико-микробиологического состава питьевых вод как для отдельных городов и районов, так и для всего Тамбовского региона, в большинстве случаев демонстрирует слабую величину связей.

Причина этого может состоять не столько в незначимости влияния факторов на заболеваемость, сколько в упомянутой выше «размытой» зависимости медицинских данных от экологических факторов (рис. 1). О невысокой эффективности анализа даже в тех случаях, когда обнаружены сильные связи, говорит противоречие при сравнении коэффициентов связи между определенной парой «заболеваемость—химико-микробиологическая характеристика»: в разных районах (городах) для одних участков Тамбовской области коэффициент корреляции может быть близок к плюс 1, для других — к минус 1, поскольку для включенной в анализ длины временного ряда (17 наблюдений) на-

рушено экспертное правило Грина [16] относительно общего числа наблюдений, необходимого для анализа: $N > 50 + 8g$ наблюдений, где g — количество независимых переменных (в нашем случае должно быть $N > 58$), т.е. результаты такого анализа с точки зрения статистиков будут считаться несостоятельными.

Главная причина, по которой корреляционный анализ не является эффективным средством решения заявленных проблем, состоит в том, что даже в случаях, когда связь установлена, он не позволяет установить искомые границы нормы как для уронеи заболеваемости, так и для химико-микробиологических показателей подземных питьевых вод. Анализ таблиц сопряженности способен установить границы, но не находит сильные связи для представительного числа наблюдений.

Указанные обстоятельства потребовали применения нового метода поиска связей между экологическими характеристиками — метода ЛЭН.

4.4. Выявление существенных для неблагополучия здоровья факторов и расчет границ нормы для индикаторов здоровья и существенных факторов методом ЛЭН.

Границы нормы факторов. Для преодоления недостатков, присущих корреляционному анализу, в работе использован метод локальных экологических норм (метод ЛЭН). Метод позволяет не только выявить существенные связи между показателями заболеваемости и значениями воздействующих факторов, но и вычислить границы нормы как для индикаторов, так и для факторов.

Расчеты проводили при следующих значениях параметров поиска: минимальная точность — 0,94; минимальная представительность — 0,15; минимальное количество наблюдений — 77; уровень значимости — 0,05. Для индикаторов заболеваемости неприемлемыми полагали высокие значения. Для химико-микробиологических характеристик возможными недопустимыми предполагали как слишком высокие, так и слишком низкие значения.

Были найдены нижние и верхние границы нормы факторов (ГНФ) для всех существенных и значимых по критерию достоверной вероятности пар индикаторов и факторов.

Границы нормы индикаторов. Разброс значений границы нормы заболеваемости в зависимости от воздействующего фактора оказался довольно высоким, что требует отдельного анализа. Одной из причин различий ГНИ одного и того же индикатора для различных факторов мог оказаться составной характер классов болезней в МКБ, в силу чего различные факторы определяют уровень заболеваемости для разных заболеваний из одного класса.

4.5. Обсуждение результатов

Чувствительность классов заболеваний к недопустимым значениям химико-микробиологических факторов питьевых артезианских вод. Анализ сопряженностей между заболеваемостью по классам болезней и экологическими характеристиками питьевых артезианских вод показывает, что наибольшее количество факторов, вызывающих заболевания, влияет на частоту возникновения инфекционных и паразитарных болезней; болезней эндокринной системы; нарушений обмена веществ и иммунитета; болезней органов дыхания; осложнений беременности, родов и послеродового периода; болезни кожи и подкожной клетчатки; болезни кожно-мышечной системы и соединительной ткани. Наименьшее количество включенных в наблюдения факторов влияет на новообразования; болезни нервной системы и органов чувств (по 3 существенных фактора); врожденные аномалии (пороки развития), для которых не найдено ни одного существенного фактора.

Дифференциация факторов по их влиянию на заболеваемость в различных классах болезней. Среди химико-микробиологических характеристик чаще всего на заболеваемость населения Тамбовской области влияют сумма ионов натрия и калия, жесткость устранимая (существенная для болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани), сухой остаток, концентрации F, Fe, цветность, содержание кальция. Из микробиологических показателей необходимо отметить влияние общего микробного числа на инфекционные и паразитарные болезни; болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета, психические расстройства.

Некоторые факторы, в отличие от перечисленных выше, влияют лишь на отдельные группы заболеваний. Например, содержание хлоридов оказывает влияние на болезни системы органов кровообращения, осложнения беременности, родов и послеродового периода, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани; содержание сульфатов — на болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета, болезни крови и кроветворных органов, осложнения беременности, родов и послеродового периода, болезни кожи и подкожной клетчатки; содержание гидрокарбонатов — на болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета, болезни системы кровообращения, болезни органов дыхания, осложнения беременности, родов и послеродового периода, врожденные аномалии (пороки развития), травмы и отравления; содержание аммиака — на инфекционные и паразитарные болезни, болезни органов пищеварения; содержание азота нитратов — на болезни мочеполовой системы, содержание молибдена — на инфекционные и пара-

зитарные болезни, болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета, болезни крови и кроветворных органов, болезни органов дыхания, болезни органов пищеварения, болезни кожно-мышечной системы и соединительной ткани; перманганатная окисляемость — на инфекционные и паразитарные болезни, болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета, болезни органов дыхания, осложнения беременности, родов и послеродового периода, жесткость общая — на болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета, болезни органов дыхания, осложнения беременности, родов и послеродового периода, болезни кожи подкожной клетчатки, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани; соотношение концентраций хлоридов и сульфатов — на болезни крови и кроветворных органов, болезни органов дыхания, осложнения беременности, родов и послеродового периода, осложнения беременности, родов и послеродового периода, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, врожденные аномалии (пороки развития), травмы и отравления; содержание меди — на болезни эндокринной системы, нарушения обмена веществ и иммунитета, болезни кожи подкожной клетчатки, травмы и отравления; содержание магния — на осложнения беременности, родов и послеродового периода, болезни кожи подкожной клетчатки, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, врожденные аномалии (пороки развития); общее количество колиформных бактерий — на болезни органов пищеварения. Вместе с тем, для таких факторов, как содержание марганца, нитритов, алюминия, мышьяка, свинца, цианидов, нефтепродуктов, ПАВ, фенолов, мутность, рН, количество термотолерантных видов бактерий, не было найдено границ норм ни для одного из классов заболеваемости, т.е. связь между этими факторами и заболеваемостью не обнаружена.

Ранжирование существенных факторов по степени их вклада в экологическое благополучие. Найденные существенные факторы были упорядочены в порядке убывания их вклада в общее благополучие исследуемых человеческих популяций. Вклад фактора определяли по параметру полноты, характеризующему долю недопустимых значений фактора, соответствующих неприемлемым значениям индикатора среди всех неприемлемых значений индикатора. Ранжирование факторов по критерию полноты показало, что наибольший вклад в повышение заболеваемости вносят, как правило, такие факторы, как устраиваемая жесткость, сухой остаток, концентрация железа.

Сопоставление результатов метода ЛЭН с другими методами анализа. Необходимо отметить, что сопоставление результатов корреляционного анализа,

анализа таблиц сопряженности и результатов обработки данных с помощью метода ЛЭН неправомерно. Напомним, что и корреляционный анализ, и анализ таблиц сопряженности дал заметные результаты только для данных по отдельным районам или для усредненных по всем районам данных, но правомерность их применения к этим данным спорна, так как число наблюдений в этих массивах $N = 17$ меньше рекомендуемого $N = 50 + 8g$ [16], равного в нашем случае 58. В это же время метод ЛЭН был успешно применен к неусредненным данным, для которых не было выявлено значимых корреляций и сопряженностей.

Сопоставление с литературными данными. В нашем исследовании верхняя ГНФ для железа варьирует от 0,8 до 3 мг/л в зависимости от класса заболеланий. В журнальных публикациях нередки упоминания о вредном воздействии железа на человека [17]: «При уровне установленного ВОЗ переносимого суточного потребления железа, равном 0,8 мг/кг массы тела человека, безопасное для здоровья суммарное содержание железа в воде составляет 2 мг/л. Это означает, что употребляя ежедневно на протяжении всей жизни такую воду, можно не опасаться за последствия для здоровья». Учитывая, что железо очень трудно усваиваемый элемент, представляется, что превысить норму по нему достаточно трудно. Найденные верхние ГНФ, вызывающие повышение заболеваемости болезнями органов дыхания и болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани, оказываются более жесткими по сравнению с нормой ВОЗ, равной 2 мг/л. Наряду с избытком железа в питьевой воде может оказаться и его недостаток [18]. С этой точки зрения весьма показательно получение нижних ГНФ (0,5 мг/л) по железу для болезней крови и кроветворных органов и болезней системы кровообращения.

С помощью метода ЛЭН установлены нижние ГНФ для концентраций $Na^+ + K^+$ (наиболее жесткая граница 14,1 мг/л). Соединения калия и натрия, будучи сильными электролитами, участвуют в генерации и проведении электрических импульсов в нервной и мышечной ткани. Калий участвует в поддержании электролитической активности мозга, функционировании нервной ткани, сокращениях скелетных и сердечных мышц, регулирует активность важнейших ферментов, таких как K^+ -АТФ-аза, ацетилкиназа, пируватфосфокиназа. От натрия зависит транспорт аминокислот, сахаров, различных неорганических и органических анионов через мембраны клеток [19].

Для различных классов заболеланий были получены незначительно варьирующие (1,68–1,76 мг/л) верхние ГНФ по фторидам. По литературным данным, хроническая интоксикация обычно развивается при употреблении питьевой воды с повышенным

содержанием фтора (более 4 мг/л). При этом основные патологические изменения возникают в костях и зубах, однако наблюдаются также и расстройства обмена веществ, нарушение свертывания крови и др. Флюороз костей развивается, как правило, через 10–20 лет хронического воздействия фтора [20]. Повышенный риск перелома костей является результатом долгосрочного употребления большого количества фтора (суммарное поступление 14 мг/день). В.И. Панасин [21] с соавторами высказывает предположение, что риск переломов возникает уже при поступлении фтора свыше 6 мг/день. Повышенное содержание фтора выявлено как фактор увеличения риска заболеваний болезнями костно-мышечной системы и соединительной ткани. Помимо этого, превышение указанных верхних ГНФ может провоцировать увеличение заболеваемости инфекционными и паразитарными болезнями, болезнями эндокринной системы, нарушением обмена веществ и иммунитета, психическими расстройствами, болезнями нервной системы и органов чувств, болезнями органов дыхания, болезнями органов пищеварения, болезнями мочеполовой системы, болезнями кожи и подкожной клетчатки.

Жесткость воды (общая и устранимая) и связанная с ней концентрация кальция, как показывают результаты анализа, являются факторами, влияющими на заболеваемость в целом ряде классов. Для данных факторов выявлены как верхние (для кальция 135 мг/л, для общей жесткости 10 мг-экв/л, для устранимой жесткости 3,88 мг-экв/л), так и нижние ГНФ (для кальция 68,4 мг/л, для общей жесткости 6,1 мг-экв/л, для устранимой жесткости 2,99 мг-экв/л). В литературе показано отрицательное влияние на здоровье человека как малых, так и больших доз кальция. Например, при малых концентрациях кальция в воде увеличивается напряжение адреналовой системы

и проницаемость капилляров, усиливается активность симпатoadреналовой системы и ослабляется окислительно-восстановительный процесс в миокарде. Большие концентрации кальция в воде (100–500 мг/л), напротив, способствуют нарушению обменных процессов, обуславливают избыточные отложения в скелете. Кальциевая жесткость как фактор развития мочекаменной болезни, приводит к образованию холестерина [22, 23].

4. Заключение

Применение *in situ*-технологии, включающей метод ЛЭН, обеспечивает следующие результаты.

1. Оценку уровня заболеваемости для населения отдельных поселений, их участков и пунктов на количественной шкале «высокая — низкая заболеваемость».
2. Перечень неблагоприятных факторов окружающей среды любой природы, приводящих к неприемлемости значений индикаторов заболеваемости. Этот перечень может быть составлен для каждого участка или пункта наблюдений.
3. Ранжирование неблагоприятных факторов по их вкладу в степень неприемлемости показателей здоровья человека.
4. Границы нормы для каждого из неблагоприятных факторов. Выход за пределы нормы приводит к неприемлемости индикаторных характеристик.
5. Количественную меру достаточности программ наблюдения за потенциально опасными факторами окружающей среды.
6. Предложения по управлению качеством среды: выбор наиболее опасных факторов с указанием величины снижения нагрузки.

Работа частично поддержана грантами РФФИ №№ 12-07-00580а, 13-04-01027а, 14-04-01873а

ЛИТЕРАТУРА

1. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н., Фурсова П.В. *In situ*-методология оценки качества среды обитания: Основные положения // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2012; 6: С. 35–37.
2. Налимов В.В., Чернова Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. — М.: Наука, 1965. — 340 с.
3. Булгаков Н.Г., Левич А.П., Барабаш А.Л., Юзбеков А.К. Демография и заболеваемость в регионах России как показатели экологического состояния территорий // Безопасность в техносфере. 2013; 1: 63–63.
4. Левич А.П. Биотическая концепция контроля природной среды // Доклады РАН. 1994; Т. 337 (2): 280–282.
5. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга. — М.: НИИ-Природа, 2004. — 271 с.
6. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Рисник Д.В. Экологический контроль окружающей среды по данным биологического и физико-химического мониторинга природных объектов // Компьютерные исследования и моделирование. 2010; 2 (2): 199–207.
7. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н., Рисник Д.В. «In situ»-технология установления локальных экологических норм // Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. — М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. — С. 32–57.
8. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Максимов В.Н. *In situ*-методология оценки качества среды обитания: био-

- индикаторы // Доклады по экологическому почвоведению. 2013а; 18 (1): 23–36.
9. Левич А.П., Булгаков Н.Г., Рисник Д.В., Милько Е.С. Методические проблемы анализа экологических данных и пути их решения: метод локальных экологических норм // Доклады по экологическому почвоведению. — 2013б; 18 (1): 9–22.
 10. Chaddock, R.E. Principles and methods of statistics, Boston: Houghton Mifflin Company, 1925. — 471 p.
 11. Рисник Д.В., Левич А.П., Булгаков Н.Г. и др. Поиск связей между биологическими и физико-химическими характеристиками экосистемы Рыбинского водохранилища. Часть 1. Детерминационный анализ // Компьютерные исследования и моделирование. 2013; 5 (1): 83–105.
 12. Чесноков С.В. Детерминационный анализ социально экономических данных. — М.: Наука, 1982. — 168 с.
 13. Гончаров И.А., Левич А.П., Рисник Д.В. Программа установления границ качественных классов для количественных характеристик систем и установления взаимосвязи между характеристиками (Программа установления ГКК) // Свидетельство о регистрации прав на программное обеспечение № 2012616523. Роспатент, 2012.
 14. Международная классификация болезней. МКБ 10. 1997. (<http://www.mkb10.ru>)
 15. Миркин Б. Г. Анализ качественных признаков и структур. — М., 1980. — 319 с.
 16. Green, S. B. How many subjects does it take to do a regression analysis? *Multivariate Behavioral Research*. 1991; 26: 499–510
 17. Зуев Е.Т., Фомин Г.С. Питьевая и минеральная вода. Требования мировых и европейских стандартов к качеству и безопасности. — М.: Протектор, 2003. — 320 с.
 18. Петров В.Н. Физиология и патология обмена железа. — Л.: Наука, 1982. — 204 с.
 19. Твердислов В.А., Тихонов А.Н., Яковенко Л.В. Физические механизмы функционирования биологических мембран. — М.: Изд-во МГУ, 1987. — 187 с.
 20. МакДонах М., Уайтинг П., Брэдли М. и др. Систематический обзор фторирования воды в централизованных системах водоснабжения. — Йорк: Университет Йорка, Центр обзора и распространения информации, 2000. — 383 с.
 21. Панасин В.И., Рымаренко Д.А., Дедков В.П., Саврасова Т.А. Содержание и распространение йода в экосистемах Калининградской области. — Калининград: Изд-во КГУ, 2002. — 116 с.
 22. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. — СПб: Стройиздат, 1996. — 342 с.
 23. Мокиенко А.В., Петренко Н.Ф., Гоженко А.И. Эпидемиологическая оценка взаимосвязи обеззараживания питьевой воды с заболеваемостью населения // Сборник докладов 7-го Международного конгресса «Вода: экология и технология» (ЭКВАТЭК-2006). — М: ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл», 2006. — С. 961–962.
- puter Research and Modelling]. 2010. Vol. 2. No. 2. p. 199. (in Russian)
7. Levich A.P., Bulgakov N.G., Maksimov V.N., Risnik D.V. “In situ”-technology for establishing local environmental standards. // *Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов* [Questions of environmental standardization and development of evaluation system of water bodies. — М.: — Publishing house «KMK Scientific Press Ltd.», 2011. p. 32 (in Russian)
 8. Levich A.P., Bulgakov N.G., Maksimov V.N. Insitu-assessment methodology of habitat quality: bioindicators. *Doklady po ekologicheskomu pochvovedeniyu* [Reports on Environmental Soil Science]. 2013a. Vol. 18. No. 1. p. 23. (in Russian)
 9. Levich A.P., Bulgakov N.G., Risnik D.V., Milko E.S. Methodological problems of environmental data analysis and their solutions: the method of local environmental norms. *Doklady po ekologicheskomu pochvovedeniyu* [Reports on Environmental Soil Science]. 2013b. Vol. 18. No. 1. p. 9. (in Russian)
 10. Chaddock R.E. Principles and methods of statistics. — Boston: Houghton Mifflin Company. 1925. — 471 p.
 11. Risnik D.V., Levich A.P., Bulgakov N.G. and others. Searching for links between biological and physico-chemical characteristics of the Rybinsk Reservoir ecosystem. Part 1: Determination analysis.

- Kompyuternyye issledovaniya i modelirovaniye* [Computer Research and Modelling]. 2013 Vol. 5. No. 1. p. 83. (in Russian)
12. Chesnokov S.V. Determination analysis of socio-economic data. — М.: Publishing house «Nauka», 1982 — 168 p. (in Russian)
 13. Goncharov I.A., Levich A.P., Risnik D.V. Program for establishment of boundaries of quality classes for quantitative characteristics of systems and establishment the relationship between characteristics (program setting BQC). Certificate of registration of rights to software No. 2012616523. Rospatent, 2012. (in Russian)
 14. International Classification of Diseases. ICD 10, 1997 (<http://www.mkb10.ru>). (in Russian)
 15. Mirkin B.G. Analysis of qualitative features and structures. — М., Publishing house “Statistika”, 1980. — 319 p. (in Russian)
 16. Green S.B. How many subjects does it take to do a regression analysis? // *Multivariate Behavioral Research*. 1991. V. 26. P. 499.
 17. Zuev E.T., Fomin G.S. Drinking and mineral water. Requirements of global and European standards for quality and safety. — М.: Publishing house “Protector”, 2003. — 320 p. (in Russian)
 18. Petrov V.N. Physiology and pathology of iron metabolism. — Leningrad: Publishing house “Nauka”, 1982. — 204 p. (in Russian)
 19. Tverdislov V.A., Tikhonov V.A., Yakovenko L.V. Physical mechanisms of biological membranes functioning. — М.: Publishing house “Moscow State University”, 1987. — 187 p. (in Russian)
 20. McDonagh M., Whiting P., Bradley M., et al. Systematic review of water fluoridation in centralized water supply systems. — New York: Publishing house “University of York, Centre for Reviews and Dissemination”, 2000, 383 p.
 21. Panasin V.I., Rymarenko D.A., Dedkov V.P., Savrasova T.A. Content and distribution of iodine in ecosystems of the Kaliningrad region. — Kaliningrad: Publishing house “Kaliningrad University”, 2002. 116 p. (in Russian)
 22. Livchak I.F., Voronov J.V. Environmental protection. — Saint-Petersburg: Publishing house “Stroyizdat”, 1988. 342 p. (in Russian)
 23. Mokienko A.V., Petrenko N.F., Gozhenko A.I. Epidemiological evaluation of relationship of drinking water disinfection between morbidity of population. Proceedings of the 7th International Congress “Water: Ecology and Technology” (ECWATECH 2006). — М: Publishing house “Firm SIBICO International.”, 2006. p. 961. (in Russian)

Influence of Ecological Factors on Population Morbidity Indicators

A.P. Levich, Leading Researcher, Doctor of Biology, Biology Department of Lomonosov Moscow State University

N.G. Bulgakov, Leading Researcher, Doctor of Biology, Biology Department of Lomonosov Moscow State University

A.L. Barabash, Graduate Student, Biology Department of Lomonosov Moscow State University

D.V. Risnik, Researcher, Ph.D. in Biology, Biology Department of Lomonosov Moscow State University

P.V. Fursova, Senior Researcher, Ph.D. of Physics and Mathematics, Biology Department of Lomonosov Moscow State University

On the Tambov region example a research related to deep-well drinking waters' composition influence on able-bodied population morbidity in 16 classes of diseases on the international classification has been performed. Correlation analysis, contingency tables analysis, local environmental standards calculation method (LES method) have been used for this purpose. Environment quality control in-situ-technology bases have been presented. Normal range limits of deep-well waters' physical and chemical factors, as well as of morbidity in different classes of diseases have been calculated by means of the LES method.

Keywords: morbidity, deep-well drinking waters' quality, correlation analysis, contingency tables analysis, quality normal range limits.

Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 годы

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 2765-р утверждена Концепция Федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 годы.

Государственным заказчиком — координатором Федеральной целевой программы развития образования на 2016–2020 годы (далее — Программа) — назначен Минобрнауки России. Государственными заказчиками Программы — Минобрнауки России и Рособрнадзор.

Установлен предельный (прогнозный) объем финансирования Программы за счет средств федерального бюджета — 88365,73 млн рублей, в том числе субсидии — 5433,99 млн рублей (в ценах соответствующих лет).

Минобрнауки России поручено обеспечить разработку проекта Программы и внесение его в установленном порядке в Правительство Российской Федерации.

С Концепцией можно ознакомиться на сайте Минобрнауки России.