

**А.Б. Косолапов,**

доктор медицинских наук,  
профессор кафедры организации  
предпринимательской деятельности ДВГАЭУ;

**Л.В. Веремчук,**

кандидат технических наук,  
научный сотрудник НИИ климатологии  
и восстановительного лечения СО РАМН;

**П.Ф. Кикю,**

доктор медицинских наук,  
старший научный сотрудник НИИ климатологии  
и восстановительного лечения СО РАМН

### ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

*Рассматриваются методологические подходы и методы оценки и типизации территории Приморского края, учитывающие взаимоотношения человека с окружающей средой, градиентное воздействие факторов среды на человека и степень нарушенности природной среды. Приводятся интегральные показатели воздействия, характеризующие уровень комфортности среды обитания человека и позволяющие оценить негативное или позитивное действие среды на человека в Приморском крае.*

Среда обитания – область междисциплинарных интересов различных научных направлений. Несмотря на то что среда и человек часто изучаются раздельно, как бы параллельно, качество среды определяется путем установления всевозможных корреляционных зависимостей между отдельными параметрами среды и показателями здоровья населения. Однако в связи с многофакторностью, многофункциональностью и сложностью сопоставления качественных показателей, характеризующих "среду" и "человека", результаты оценки не всегда бывают достаточно корректными. Поэтому взаимоотношения в сложной системе "человек–техника–общество–среда", по нашему мнению, должны рассматриваться при наибольшем сближении человека с окружающими его факторами.

В настоящей работе рассмотрена технология интегральной оценки и типизации среды обитания человека в приморских регионах. Идея исследования состоит в том, что определяется интегральное воздействие среды на человека с учетом их взаимоотношений, а также проводится

типизация условий формирования окружающей среды, находящейся под непосредственным влиянием океана. В качестве модельной территории, удовлетворяющей названным критериям, была выбрана зона перехода от суши к океану, имеющая четко очерченную административную границу и менее четкую физико-географическую обособленность от сопредельных территорий, – Приморский край.

Результаты многочисленных исследований показывают закономерности взаимодействия организма человека с некоторыми факторами окружающей среды (см., например, [7, 8, 19]). Однако до настоящего времени остаются недостаточно изученными вопросы комплексной количественной оценки влияния окружающей среды на качество условий проживания населения.

Разнообразие представлений об окружающей среде предопределяет и множественность предметных подходов к ее оценке (социологических, санитарно-гигиенических, технологических, градостроительных и пр.), а также к оценке ее отдельных компонентов и аспектов [4]. При этом следует учитывать, что нормы выбросов загрязняющих веществ и стандарты качества отдельных природных компонентов вряд ли могут быть безусловным ориентиром в оценке качества среды обитания в целом, тем более что существующие критерии не удовлетворяют ни представителей производственной сферы, ни работников контролирующих служб [18].

В ходе оценивания и нормирования качества среды обитания возникает ряд проблем, связанных с несогласованностью и несопоставимостью существующих "предметных" стандартов и норм между собой. Это препятствует как разработке единой системы стандартов и необходимых показателей и параметров для контроля состояния среды, так и созданию действенной системы мер нейтрализации негативных последствий отдельных видов деятельности для среды обитания, не говоря уже о предотвращении такого рода воздействий. Целый блок проблем связан с игнорированием зональной и региональной специфики при разработке экологических стандартов и норм. Тем не менее отдельные попытки в этом направлении предпринимаются [5].

Некоторые исследователи [11, 16, 17] отмечают субъективность и противоречивость оценок качества среды обитания человека, особенно при использовании их для ранжирования по этому признаку, выявления "лучших" и "худших". Адекватная оценка качества среды обитания человека, по мнению указанных авторов, осложнена разнородностью показателей, нечетким выделением единиц оценки, субъективностью восприятия исследователя и пр. Эти проблемы имеют онтологические основания – наличие у разных специалистов своих профессиональных объектов и срезов исследования, с помощью которых проводится отбор показателей для оценки. Единая же оценка может быть получена не за счет использования совокупности разных показателей и методов, а путем построения единого идеального объекта исследований, который позволит задать общий план исследований и выделить набор показателей, действительно всесторонне отражающих изучаемый объект.

"Предметное" оценивание среды обитания проводится медико-географами. При этом в центре внимания находится территория с прису-

щими ей географическими особенностями и адекватным этим особенностям состоянием здоровья человека [11, 14, 15]. В зависимости от того, какая из этих составляющих (географическая среда или здоровье) выдвигалась на передний план, исследования приобретали то географическую, то медицинскую направленность. Объектом равноправного изучения во второй половине XX столетия стала сложная система "географическая среда – здоровье человека".

При разработке комплексных подходов к оценке качества среды обитания человека важно установить роль и место человека в экосистеме. Многие авторы [1-3] определяют человека как составной компонент взаимосвязанной природно-экологической среды, т.е. все закономерности развития экосистемы соответственно отражаются на состоянии и уровне благоприятности среды обитания человека. Поэтому решение проблемы достижения стабильного и устойчивого состояния этой среды зависит от изучения качественного состояния природно-экологических факторов и установления характера взаимосвязей человека и среды.

Внедрение в медико-экологические исследования концепции экологии человека позволило устранить многие ограничения, иногда приводящие к ложным выводам. Совместный анализ прямых и обратных связей между человеком и окружающей средой, устойчивых в пространстве и времени, показал, что эти связи активны [6]. Происходит как бы приспособление человека и среды друг к другу. Таким образом, познание особенностей функционирования сложных типов территориальных систем невозможно без системных представлений о внутренних взаимоотношениях составляющих структур [9].

Проблема определения роли территориальных систем в формировании интегрального воздействия совокупности условий среды на процессы жизнедеятельности населения изучена недостаточно. Поэтому основное направление наших исследований было направлено на разработку интегральной оценки (с учетом природно-климатических, социально-экономических и санитарно-гигиенических факторов) среды обитания человека. В ходе исследований был рассчитан вклад различных факторов в степень экологического напряжения экосистемы и определены ведущие факторы, влияющие на качество среды обитания человека.

Изучение качества среды обитания человека в Приморском крае включало в себя четыре этапа:

1. Выделение территориальных единиц, имеющих своеобразный набор природных и социальных факторов;
2. Определение характера взаимосвязей в системе "человек–техника–общество–среда";
3. Расчет интегральных индексов воздействия факторов среды на человека;
4. 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 его проживания и жизнедеятельности рельефом, выделение территориальных комплексов проводилось, в первую очередь, с учетом орографических показателей (абсолютная высота местности, пространственные размеры, экспозиция склонов, расчлененность и морфологические характеристики рельефа). Для выделения ландшафтных комплексов на территории Приморского края были использованы топографические карты. 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. На втором этапе территория дифференцировалась по характеру биоценоза и гидросферным характеристикам (характер гидросферы, густота речной сети, уровень заболоченности местности и др.). В итоге в пределах Приморского края ландшафтным методом было выделено 111 медико-экологических комплексов.

Медико-биологические исследования в области биоклиматологии, рекреационной географии, курортологии, а также исследования по воздействию факторов природной среды на человека, проведенные нами, позволили определить качественные критерии факторов природной среды с позиции потребности человека в комфортных условиях жизнедеятельности. Все показатели были шкалированы по пятибалльной системе и разделены на 3 блока.

Блок естественной природной среды Приморского края включает в себя 31 фактор. В экологический блок вошло 14 факторов, связанных с антропогенным воздействием на природную среду Приморского края. Блок, характеризующий социальную инфраструктуру Приморского края, составили 7 факторов.

Полученная база данных предварительно обрабатывалась аналитическим (систематизация факторов), сравнительным (региональный отбор факторов, поиск аналогов) и картографическим (выявление территориальных тенденций) методами, использовалось программное обеспечение (кластерный и факторный анализы).

Выделенные 111 медико-экологических комплексов представляют, по сути, территориально дифференцированную среду обитания человека. В пределах каждого медико-экологического комплекса имеется единый характер рельефа, растительности и других компонентов, и чем крупнее этот комплекс, тем сильнее и устойчивее воздействие однородной экосистемы на человека.

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). Здесь воздействие локальных территориальных структур (ландшафтов) обуславливает возникновение реакции 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.).

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 (см. таблицу).

Систематизация компонентов среды по характеру, типу, виду и способу воздействия на человека помогает понять их роль в формировании среды обитания человека и выработать более объективную оценку качества этой среды. В свою очередь перечисленные компоненты действуют на человека в совокупности, усиливая или ослабляя воздействие отдельных факторов среды. Поэтому мы объединили их в отдельный общий показатель воздействия – коэффициент воздействия ( $K_v$ ).

***Факторы среды и характер их воздействия на человека в Приморском крае (фрагмент)***

Фактор 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	+ –	–
Тип растительности	1,8	+ –	+

В основу определения интегрального коэффициента  $K_v$  был положен принцип соподчиненности факторов среды. Устойчивость этих факторов зависит от величины медико-экологического комплекса. 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 среды снижает показатель  $K_b < 1,0$ , а благоприятный повышает  $K_b > 1,0$ . Устойчивый характер факторов среды создается в крупных природно-территориальных единицах, неустойчивый – в небольших медико-экологических комплексах (менее 50 км<sup>2</sup>). В зависимости от типа (благоприятный, неблагоприятный, двойной), вида (прямой, косвенный, ситуационный) воздействия фактора среды на человека коэффициент  $K_b$  имеет разные величины.

Самое благоприятное воздействие на человека ( $K_b = 2,4$ ) оказывает фактор, имеющий наибольший исходный показатель качества  $P_k$ , равный 5 баллам, при непосредственном (прямом), благоприятном и устойчивом воздействии. В зависимости от снижения качественного состояния фактора (от пяти баллов к одному) величина  $K_b$  резко снижается. При  $P_k = 2,5$  балла  $K_b = 1,0$ , что означает индифферентное восприятие человеком этого фактора. Если исходное качество фактора снижается ( $P_k = 1$  баллу), 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  $P_k$ .

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

При неустойчивом воздействии (прямой вид и благоприятный тип) наблюдается аналогичная тенденция снижения величины интегрального коэффициента воздействия  $K_b$  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 и ситуационных связях.

Полученный коэффициент воздействия  $K_b$  применяется для определения реального восприятия человеком качественного состояния воздействующего на него фактора. Так, если взять компонент среды "число душных дней", изначально качественно оцененный в 3 балла ( $P_k = 3$ ), и провести оценку в территориально крупной экосистеме регионального уровня, имеющей устойчивый характер связи, то при неблагоприятном "прямом" воздействии данного фактора на человека совокупный коэффициент воздействия  $K_b$  будет равен 0,6. В результате состояние "духоты", изначально качественно оцененное в 3 балла, воспринимается человеком на 1,8 балла ( $3,0 \cdot 0,6 = 1,8$ ), значит, этот фактор в данном месте крайне неблагоприятен для человека. Подобным образом проводится медико-экологическая оценка всех остальных составляющих факторов среды.

Учитывая перечисленные особенности неравномерного воздействия факторов окружающей среды на человека, можно сделать следующий вывод: трудно оценить качество окружающей человека среды обитания, не применив интегральный показатель, с помощью которого можно было бы обобщить все особенности и 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 тем или иным условиям среды зависит не столько от реальных внешних факторов воздействия как таковых, сколько от контраста между данными условиями и условиями нормального физиологического состояния человека, соответствующего медико-биологическим нормам. Однако понятие нормы слишком противоречиво, особенно по отношению к отдельному человеку. Поэтому нами использовались обобщенные нормы на уровне популяции.

Также нами введено условное понятие "идеальной" среды, которая соответствует санитарно-гигиеническим и медико-биологическим нормам. Так как в современной гигиене до сих пор нет четких критериев благоприятной для человека окружающей среды, нами были приняты критерии, широко применяемые в рекреации. Мы считаем, что именно в процессе полноценного отдыха в благоприятной среде человек не испытывает стрессового напряжения и чувствует себя комфортно. Антропогенное воздействие (загрязнение воздуха, воды и почв поллютантами) оценивалось согласно уровням ПДК и ПДВ. Социально-бытовые нормы принимались на основе российских и международных уровней, правил и стандартов обеспеченности населения жильем, медицинской помощью, коммунальными услугами и т.д.

Кроме того, нами введено понятие "фактическая среда", характеризующее реальное состояние условий обитания человека на той или иной территории. При сравнении "фактической" среды с "идеальной" отмечается значительное качественное различие. Чем выше уровень этого различия (контраста), тем сильнее факторы среды воздействуют на человека. Такой подход позволяет рассчитать нагрузки внешней среды на человека, которые идентифицируют "отклик организма" на их воздействие.

Таким образом, методика определения интегрального индекса воздействия (ИИВ) позволяет уловить ответную реакцию организма на воздействие среды, что, на наш взгляд, дает более реальное отображение условий обитания человека, чем другие подходы.

Если представить "фактическое" и "идеальное" состояние среды как две контрастные среды, то априорно ясно, что их воздействие на организм человека тем значительней, чем в большей мере они отличаются друг от друга. В условиях Дальнего Востока именно это и происходит: фактическое состояние окружающей среды (особенно природной) сильно отличается от желаемого.

Величина "идеального" качества фактора воздействия складывается из наиболее высокого (5 баллов) изначально качественно оцененного фак-

тора среды, имеющего устойчивый характер воздействия при благоприятном и непосредственном (прямом) влиянии на организм человека с  $K_b = 2,4$ . В результате фактор в таком сочетании воспринимается человеком на 12 баллов ( $5,0 \times 2,4 = 12,0$ ). При неустойчивом характере воздействия аналогичных факторов среды он воспринимается на 9 баллов ( $5,0 \times 1,8 = 9,0$ ), т.е. такая среда наиболее благоприятна и комфортна для человека, кроме того, она обладает свойством оздоровительного ресурса.

Градиентный подход к оценке совокупного воздействия факторов внешней среды на человека [13] позволил рассчитать интегральный показатель "отклика" на нагрузки внешней среды. Путем системного подхода [12], при котором за систему взят человек со сложившимся физиологическим стереотипом и потребностями в качественной среде, были проведены расчеты "отклика организма", или индекса воздействия (ИВ) на человека множества факторов внешней среды:

$$K(x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \left[ \exp\left(-\frac{(x_i - x_{0i})^2}{2nL_i^2}\right) \right]^{5 \cdot K_i}, \quad (1)$$

где  $K(x_1, \dots, x_n)$  – "функция отклика" на воздействие внешней среды;  $x_i$  – качественное фактическое состояние фактора среды;  $x_{0i}$  – качественное состояние фактора среды в пределах нормы;  $L_i$  – масштабный множитель фактора среды;  $K_i$  – коэффициент значимости фактора среды;  $n$  – количество факторов среды.

Мы стремились проследить, в каких случаях фактор среды может быть неблагоприятным и, наоборот, благоприятным. Дело в том, что свойства факторов среды (благоприятные и неблагоприятные) очень часто трудно уловить. В условиях Дальнего Востока многие факторы среды обитания человека (особенно природной) оказывают явно негативное и даже вредное воздействие на человека. Однако если рассматривать эти факторы в совокупности, то можно выделить их скрытые позитивные возможности.

С учетом коэффициентов воздействия мы проанализировали собранную базу данных несколькими методами, включая и факторный анализ, однако желаемый результат был получен только при использовании метода поиска "синдром-признаков" [10]. В основу расчета были взяты таксономические расстояния признаков, указывающие на фактические показатели и меры их отличия от средней величины признака.

$$T_i^k = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_i^k - x_j^k)^2} \cdot N, \quad (2)$$

где  $T_i^k$  – таксономическое расстояние признака  $i$  в медико-экологическом комплексе  $k$ ;  $x_i^k$  – значение признака  $i$  в медико-экологическом комплексе  $k$ ;  $x_j^k$  – значение всех последующих признаков  $j$  в медико-экологическом комплексе  $k$ ;  $N$  – количество признаков.

Этот метод, как правило, используется при районировании для поиска межрегиональных, типичных признаков. Для определения "син-

дром-признаков" внутри комплекса (межпризнаковые различия) он применен впервые. Метод позволяет выделить наиболее значимые для человека факторы воздействия. Так, полученная численная величина "синдром-признака" указывает на тенденцию и уровень значимости фактора во всей совокупности; знак "+" на благоприятное, знак "-" на неблагоприятное (негативное) воздействие. А если учесть, что человеческий организм обладает большими адаптивными возможностями, то любой фактор при общих суровых условиях среды, имеющий положительную тенденцию (повышенная величина "синдром-признака" со знаком "+") может в данной местности обладать оздоровительным эффектом.

В свою очередь, накладывая на внешние межрегиональные различия внутренние межпризнаковые, мы сконцентрировали дифференцирующую силу средоформирующих факторов, что и легло в основу типизации приморских регионов по условиям обитания человека. В результате наиболее существенные и значимые признаки внешней среды позволили определить индивидуальность территориальных комплексов по характеру их воздействия на человека.

Как видим, 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.

Для регламентирования качества среды был разработан средне-взвешенный интегральный показатель (ИИВ), позволяющий ориентироваться в уровне комфортности среды. Согласно полученному в клинических условиях [13] 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 фиксировать уровень неблагоприятного воздействия внешних факторов на среду обитания человека. Использование полуформализованного метода расчета "синдром-признаков" позволяет логико-математическим путем выявить скрытые ресурсные возможности среды обитания в проведении мероприятий, направленных на обеспечение безопасности жизнедеятельности человека.

#### *Литература*

1. Алаев Э.Б. Социально-экономическая география: Понятийно-терминологический словарь. М.: Медицина, 1983. 350 с.
2. Борисенков Е.П. Климат и деятельность человека. М.: Наука, 1982. 133 с.
3. Бурдаков В.П., Петров Б.А., Бабкин В.О. и др. Медицинские аспекты охраны окружающей среды и здоровья человека // Актуальные вопросы теор. и клинич. медицины. Оренбург, 1994. С. 22-23.

4. Веремчук Л.В. Систематизация природно-экологических факторов по характеру лечебно-оздоровительного воздействия на человека // *Вопр. курортологии*. 1996. № 5. С.53-58.
5. Вишаренко В.С. Интегральные показатели экологического состояния крупного города // *Идейно-теоретические проблемы научно-технического прогресса*. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1988. Вып. 2. С. 220-222.
6. Губин Г.Д. Экология и здоровье // *Научная организация учебного процесса и элементы экологического образования в медицинском институте: Тез. докл. регион. науч.-практ. конф. Тюмень*, 1990. Т. 1. С. 286-287.
7. Димитриев А.Д., Косолапов А.Б. Окружающая среда и здоровье человека. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 120 с.
8. Замолодчиков Д.Г. Оценка экологически допустимых уровней антропогенного воздействия // *Докл. РАН*. 1992. Т. 324 (1). С. 237-239.
9. Игнатъев Е.И. Принципы и методы медико-географического изучения природных компонентов географической среды // *Медицинская география: Итоги и перспективы*. Иркутск, 1964. С. 20-42.
10. Кагановский В.Л., Новиков А.В. Новый метод выделения существенных признаков для разработки региональных классификаций // *Изв. АН СССР. Сер. геогр.* 1989. № 1. С. 112-119.
11. Косолапов А.Б. Здоровье населения Дальнего Востока (медико-географические и социально-гигиенические аспекты). Владивосток: Дальнаука, 1996. 248 с.
12. Кушнарченко Е.А. Параметры экологических систем и физические методы измерений // *Первый Всесоюз. биофиз. съезд*. М., 1982. 129 с.
13. Матюхин В.А., Кривошеков С.Г., Демин Д.В. Физиология перемещения человека и вахтовый труд. Новосибирск: Наука, 1986. 195 с.
14. Прохоров Б.Б. Медико-географическая информация при освоении новых регионов Сибири. Новосибирск: Наука, 1979. 200 с.
15. Рященко С.В. Медико-географические проблемы осваиваемых районов Восточной Сибири // *Медицинская география и здоровье*. Л.: Наука, 1989. С. 210-218.
16. Aase A. Medical geography in Norway // *Norsk. geogr. Tidsskr.* 1988. Vol. 42, № 2/3. P. 121-124
17. Cutter S.L. Ratin Places: A geographer s view on quality of life. Wash. D.C.: Assoc. of Amer. Geogr., 1985. 77 p.
18. Fleisher J.M. Occupational and non-occupational risk factors in relation to an excess of primary liver cancer observed among residents of Brooklyn, New York. *Cancer (Philad.)*, 1993. 65. 1. P. 180-185.
19. Jongeneelen F.J., Leeuwen F.E., Oosterink S. A. et al. Ambient and biological monitoring of cokeoven workers: determinants of the internal dose of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Brit. J. indust. Med.* 1990. 47. 7. P. 454-461.