

## ФЕНОМИКА. ЭТИОЛОГИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Минздрава России, 11999, Москва

*В статье на основе анализа и обобщения научных работ по вопросам теории адаптации предложено детализированное описание развития функциональных реакций организма при действии факторов окружающей среды. Рассматриваются 3 вида реакций: неспецифическая реакция организма, специфическая реакция организма и реакция организма на специфичность фактора. Основное внимание в статье уделено обоснованию специфической реакции организма. Это связано с тем, что в научной литературе в качестве такой реакции часто предполагают реакцию организма на специфичность действующего фактора окружающей среды. Развитие реакций продемонстрировано на основе фенома – фенотипической модели организма. Модель описывается нормами реакции основных систем организма и схемой направленности взаимодействия этих систем между собой. На её основе рассмотрена логика патогенеза неинфекционных заболеваний. Показано, что развитие как неспецифической, так и специфической реакции организма, в том числе и реакции на специфичность фактора, происходит по единой стереотипной схеме, представленной в статье. Целью и результатом работы является развитие общей теории адаптации организма к действию факторов окружающей среды. Знание механизмов развития изменений функционального состояния систем организма в ответ на действие фактора риска открывает путь к математическому моделированию процесса прогнозирования функциональных нарушений, способствующих развитию неинфекционных заболеваний и других неблагоприятных отклонений от состояния здоровья. Контроль функционального состояния организма и знание причинно-следственных связей функциональных изменений позволяют избежать отрицательных последствий в практической деятельности врачей, тренеров, педагогов.*

**Ключевые слова:** обзор; адаптация; стереотипные реакции организма; неспецифическая реакция организма; специфическая реакция организма; реакция организма на специфичность фактора окружающей среды; межсистемное взаимодействие, фенотип; нормы реакции систем организма; существенная система организма; феном; феномика; здоровье.

**Для цитирования:** Марасанов А.В., Вальцева Е.А. Феномика. Этиология функциональных состояний организма человека при действии факторов окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 1004-1009. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-1004-1009>

**Для корреспонденции:** Марасанов Александр Васильевич, канд. биол. наук, «ЦСП» Минздрава России, 119991, Москва. E-mail: [AVM\\_space@mail.ru](mailto:AVM_space@mail.ru)

Marasnov A.V., Valtseva E.A.

### PHENOMICS. ETIOLOGY OF HUMAN ORGANISM FUNCTIONAL STATES UNDER THE EFFECT OF ENVIRONMENTAL FACTORS

Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks, Moscow, 119991, Russian Federation

*The article based on the analysis and synthesis of scientific works regarding the theory of adaptation offers the detailed description of the development of functional responses of the human organism under the impact of environmental factors. Three types of responses are considered: nonspecific reaction of human organism, specific response of the human organism and response of the human organism to specificity of a factor. The article is focused on form for the rationale for specific response of the human organism. It is due to the fact that in scientific literature in the capacity of such response it is often assumed the response of the human organism to specificity of an operating environmental factor. Development of responses is shown on the basis of a phenome – phenotypical model of the human organism. The model is described by norms of the response of the main systems of human organism and the scheme of an orientation of interaction of these systems among themselves. On its basis the logic of a pathogenesis of noninfectious diseases is considered. The development of both nonspecific, and specific responses of the human organism including responses to the specificity of a factor is show to occur according to the universal stereotypic scheme presented in the article. The purpose and the result of this work is the development of the common theory of adaptation of human organism to the impact of environmental factors. Knowledge of mechanisms of the development of changes of the functional condition of systems of the human organism in response to the risk factor opens a way to the creation of the mathematical model of the process of the prediction of functional violations promoting the development of noninfectious diseases and other adverse deviations from the state of health. Monitoring of the functional condition of human organism and knowledge of relationships of cause and effect of the functional changes will allow doctors, trainers and teachers to avoid the negative consequences in their practical activities*

**Key words:** review; adaptation; stereotyped reaction of human organism; non-specific response of human organism; the specific response of human organism; the human organism reaction to the specificity of the environmental factor; inter-system interaction; phenotype; norm of reaction of systems of human organism; a significant human organism system; phenome, phenomics; health.

**For citation:** Marasnov A.V., Valtseva E.A. Phenomics. etiology of human organism functional states under the effect of environmental factors. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(10): 1004-1009. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-1004-1009>

**For correspondence:** Aleksandr V. Marasnov, MD, PhD, Head of Laboratory of Center for Strategic Planning and Management of Medical and Biological Health Risks, Moscow, 119121, Russian Federation. E-mail: [AVM\\_space@mail.ru](mailto:AVM_space@mail.ru)

**Information about authors:** Marasnov A.V., <http://orcid.org/0000-0003-1460-9645>; Valtseva E.A., <http://orcid.org/0000-0001-5468-5381>.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgment:** The study had no sponsorship.

Received: 14 February 2017

Accepted: 05 July 2017

Состояние здоровья, морфологические показатели и функциональные возможности человека в значительной степени зависят от состояния окружающей среды и наследственной основы организма.

Реакции адаптации организма к влиянию окружающей среды подразделяются на общие и местные. Общие – это реакции всего организма в целом как сложной саморегулирующейся системы, местные – это реакции подсистем организма, органов, тканей, клеток, субклеточных образований.

Любые изменения окружающей среды всегда предельно специфичны, и эта специфичность отражена в системных реакциях на них организма [1]. Различают специфические и неспецифические реакции организма. К специфическим реакциям организма относят ответные реакции, качественно отличающиеся в зависимости от фактора и генотипа. Неспецифическими являются однотипные реакции разных организмов на действие разнородных стрессоров. «Это деление условно: каждый действующий фактор имеет и своё качество (специфику) и своё количество (обуславливающее неспецифическое действие). Таким образом, каждый действующий фактор является одновременно и специфическим и неспецифическим» [2].

Известно, что воздействие какого-либо одного фактора на группу людей или животных никогда не вызывает у всех индивидуумов данной группы совершенно одинаковых изменений жизнедеятельности [3]. В связи с этим отметим, что одна из основных «проблем» всех существующих сегодня вариантов «теории адаптации» [2, 4, 5] состоит в том, что все варианты этой теории «строятся», главным образом, на «неспецифической основе», фактически без рассмотрения возможных механизмов адаптации в целом [1].

До настоящего времени в подавляющем большинстве исследований, так или иначе затрагивающих теорию систем, отсутствуют даже «попытки проникнуть во внутреннюю архитектуру системы и дать сравнительную оценку специфических свойств ее внутренних механизмов» [6].

Целью настоящей работы является более подробное изложение результатов ранее опубликованного аналитического обзора [7], раскрывающего механизмы реагирования организма на воздействие факторов окружающей среды в интересах развития общей теории адаптации. Полученные результаты позволяют решать задачи оперативной персонализированной диагностики и профилактики неинфекционных заболеваний [8, 9].

Теоретически, «как целостное образование, любая функциональная система имеет вполне специфические для нее свойства, которые в целом придают ей пластичность, подвижность и в какой-то степени независимость от готовых жестких конструкций различных связей как в пределах самой центральной системы, так и в масштабе целого организма» [10, 11]. Более того, специфические реакции – это именно физиологические реакции отдельных систем организма (субсистем [12]), которые могут являться составляющими его целостных адаптационных реакций. Их следует отличать от реакций организма на специфичность действующего фактора. В этом случае адресность реагирующей системы определяет таргентность (специфичность) фактора, а не специфичность организма. Поэтому системные реакции организма на комплекс средовых воздействий всегда стереотипны, проявляясь в виде реакций организма на таргентность воздействий с развитием неспецифических и специфических реакций организма.

Чтобы разобраться с механизмом специфических реакций, опишем реактивность организма вектором, элементом которого представляют функциональную активность его подсистем. Выбор такого представления модели организма определяется тем, что функциональные изменения демонстрируют собой более чувствительную форму реакции организма, чем морфологические.

Основной реактивности организма является генотип [13]. Закон реактивной детерминации – генетическая основа этиологии [14]. Специфический характер реакции генотипа на изменение окружающих условий носит название нормы реакции [15]. Исходя из Концепции о «взаимосвязи функции и генетического аппарата» [1], отметим тесную связь между фенотипом и нормами реакции организма, т. к. фенотип представляет собой любые проявления организма в каждый момент его жизни, включает в себя физиологические реакции [15].

Во многих научных работах обосновывается принципиально новый подход в трактовке понятия нормы [12]. Норма понима-

ется не как набор стандартных критериев, а как процесс, определяющий оптимальный режим функциональной деятельности [16]. Следовательно, фенотип, предвзятый нормами основных систем организма, определяет полезный результат функциональной деятельности организма индивида [7, 17].

Одним из основополагающих принципов, который определяет существование общего подхода в оценке нормы как процесса деятельности рассматриваемой системы, является принцип изоморфизма [16].

Для принятия «общей теории систем», пригодной для различных классов явлений, наиболее важным критерием изоморфности, естественно, является изоморфность системообразующего фактора в виде полезного результата системы [18]. При этом оказывается возможным как всю деятельность систем организма, так и её всевозможные изменения, представить целиком в терминах результата, а точнее в отклонениях уровня функционирования систем от значений полезного результата, что подчеркивает его решающую роль в функционировании организма как системы.

Характерным принципом системной организации функциональной деятельности является многопараметрическая организация обеспечения конечного результата любой функциональной системы [19]. «Упорядоченность во взаимодействии множества компонентов системы устанавливается на основе степени их действия в получении целой системой строго определенного полезного результата» [18].

Если принцип изоморфизма в организации функциональных систем определяет существование общей закономерности в проявлении нормы, то принцип многопараметрического взаимодействия функциональных систем по полезному результату указывает на форму проявления нормы, ее качественную характеристику [16]. В целостном организме, в котором всё взаимосвязано, взаимообусловлено, всё взаимодействует и практически нет каких-то строго изолированных реакций, интенсификация приспособительных и компенсаторных процессов в том или ином органе обязательно сопрягается с такими же реакциями в ряде других органов и систем.

В соответствии с теорией функциональных систем, организм в процессе адаптации к изменяющимся условиям среды будет стремиться к оптимизации своего состояния путём достижения полезного результата. При этом степень участия систем организма в процессе адаптации должна распределяться пропорционально их нормам реакции. Система с наибольшей нормой реакции будет в большей степени вовлечена в психофизиологическую реакцию в плане интенсивности, частоты и длительности воздействия на орган, т. е. будет доминировать. Известно, что «адаптация – это формирование функциональной доминирующей системы» [20].

С точки зрения генетики, доминирующая роль указывает на «существенность» отдельных систем организма. Под существенностью подразумевается значимость активности отдельных систем для жизнедеятельности организма. Степень существенности системы определяется нормой её реакции. Существенная система организма идентифицируется максимальной нормой реакции, определяет физиологическую, психофизиологическую и психоэмоциональную индивидуальность человека, т. к. вероятность её доминирования выше [17].

Доминирующая система может активно вовлекать в процесс адаптации некоторые системы организма по принципу взаимодействия с ними, усиливая или снижая их активность. Данный факт, с учетом направленности взаимодействия, имеет значение для понимания патогенеза заболеваний, их целенаправленной профилактики и лечения. При высокой частоте попадания современного человека в условия действия факторов стресса система с наибольшей нормой реакции своей высокой активностью может способствовать чрезмерному снижению или повышению активности других систем организма. Особенно подверженность такому влиянию относится к системам с низкой нормой реакции, т. к. вероятность угнетения их уровня функционирования доминирующей системой организма выше. Дополнительно следует обратить внимание на то, что наиболее частое задействование организмом в адаптационных процессах системы с максимальной реактивностью в течение жизни способствует в перспективе развитию процессов изнашивания её функций [21].

Модель организма человека

Система организма	Анатомическое соответствие
1. Центральная нервная	Головной и спинной мозг, поперечно-полосатая мускулатура
2. Эндокринная	Щитовидная, вилочковая железа
3. Респираторная	Легкие
4. Пищеварительная	Желудок
5. Сердечно-сосудистая	Сердце, гладкая мускулатура
6. Пищеварительная	Кишечник
7. Выделительная	Почки, надпочечники
8. Репродуктивная	Мочеполовая система
9. Артериальная	Печень, артерии
10. Костно-мышечная	Желчный пузырь, костная система, суставы, селезенка
11. Венозная	Вены
12. Иммунная и лимфатическая	Лимфатические железы

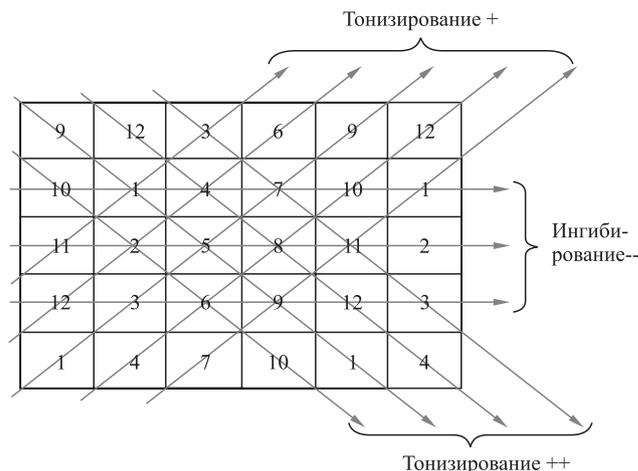


Рис. 1. Схема межсистемного взаимодействия.

Комплексный учет механизмов формирования специфической и неспецифической реакции может быть эффективно использован в интересах профилактики функциональных нарушений в организме, т. к. помимо системы с высокой вероятностью подверженной патологическим изменениям, фенотипическая модель организма одновременно выявляет и причинно-следственную связь возникновения в ней функциональных изменений, прежде всего с высоким уровнем функционирования существенной и центральной нервной системы организма.

Понимание теснейшей взаимосвязи и взаимозависимости «адаптационных реакций» (функциональных) и «адаптационных изменений» (структурных проявлений органов и систем организма) открывает возможности для раннего прогнозирования и, соответственно, коррекции формирующихся состояний [1].

Рассмотрим модель человека на структурно-функциональном уровне в виде набора фенотипических черт индивида, представленных нормами реакций систем его организма. Элементы такой модели должны быть представлены так, чтобы упростить математическое описание реально существующей направленности взаимодействий (тонизирующих, ингибирующих) между системами организма. Речь здесь идет об определенной упорядоченности систем организма в профиле норм реакции.

Модель организма человека описывается вектором функциональной активности систем организма, порядок следования элементов которого подобран с учётом направленности их взаимодействия (табл. 1, рис. 1). Анатомическое соответствие заимствовано из работ доктора медицины Гарри Ф. Дарлинг (Harry F. Darling, США) и врача с многолетним стажем работы Л. Назаровой (Россия).

Многообразие функций организма определяется множеством вариантов их динамического объединения в группы на основе нейрогуморальной регуляции, т. е. взаимодействием друг с другом [22].

Межсистемные связи для этой модели представлены линиями и номерами систем на рис. 1.

Системы, представленные на рис. 1 вдоль горизонтальной линии, в случае более высокого уровня их функционирования могут оказывать ингибирующее действие на расположенные рядом системы по этой линии. Аналогично такие системы могут оказывать слабое тонизирующее воздействие по линии «тонизирование+» и сильное по линии «тонизирование++».

Структурно-функциональное представление организма в виде органов и систем, учитывающее направленность их взаимодействия между собой на уровне функциональной активности в процессе адаптации к воздействиям факторов окружающей среды, описывает феном человека. Подобно геному и протеому, включающим в себя все гены и белки организма, феном представляет сумму его фенотипических черт [23]. Феном, на основе вышеприведённого, на функциональном уровне логично описать нормами реакции систем организма.

Изучением фенома занимается функциональное направление генетики – феномика [23]. Задача феномики – установление фенотипической характеристики индивида – норм реакции систем его организма, определение отклонения уровня функционирования каждой системы от нормы её реакции и выработка тактики коррекции функционального состояния организма (оптимизации его жизнедеятельности) с учетом направленности взаимодействия систем организма [17].

«Механизм» формирования неспецифической реакции организма подробно изложен в работах Г. Селье [4] и других авторов [1, 2]. Неспецифическая реакция запускает механизм проявления специфичности организма.

Применительно к феномике следует рассмотреть «механизм» формирования специфических проявлений организма. Доминирующая система может активно вовлекать в процесс адаптации другие системы организма по принципу взаимодействия с ними, тонизируя или ингибируя их активность. Данный факт с учётом направленности взаимодействия имеет значение для понимания патогенеза заболеваний, их целенаправленной профилактики и лечения. При высокой частоте попадания современного человека в условия действия факторов стресса система с наибольшей нормой реакции (существенная, она же потенциально доминирующая функциональная система) своей высокой активностью в направлении ингибирования может способствовать чрезмерному угнетению других систем организма, а по направлению тонизирования – избыточному тонизированию их активности. Подверженность такому влиянию особенно распространяется на системы с низкой нормой реакции, т. к. вероятность угнетения их уровня функционирования доминирующей системой организма выше [17]. Такое явление ранее было отражено как следствие принципа *Ле Шателье–Брауна*, а именно *принцип торможения развития*: в период наибольших потенциальных темпов развития системы возникают максимальные тормозящие эффекты.

Системы с низкой нормой реакции могут сильнее всего ограничивать успешность жизнедеятельности организма. Закон минимума Ю. Либиха (1840 г.) акцентирует внимание на действии любого экологического фактора, находящегося в минимуме по сравнению с другими экологическими воздействиями [34]. Допускается возможность трактовки закона минимума и «со стороны» организма: его выносливость определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей [24]. Дальнейшее снижение или ухудшение этих факторов ведет организм к гибели. Нормы реакции систем организма при такой трактовке выступают как факторы эндогенной среды организма.

В наиболее общем виде эту закономерность формулирует закон *ограничивающих (лимитирующих) факторов*, установленный Ф. Блэкманом в 1909 г., и более известный, хотя и позднее опубликованный (1913 г.), закон *толерантности В. Шелфорда*. В соответствии с законом толерантности, лимитирующим фактором процветания организма может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия.

Необходимо напомнить, что нормы реакции соответствуют дифференцированной чувствительности организма к действию факторов внешней среды, определяют резистентность организма [15], физиологическую, психофизиологическую и психоэмоциональную индивидуальность человека, позволяют решать задачи оценки влияния факторов окружающей среды на возникновение и развитие неинфекционных заболеваний, прогнозировать вероятность развития возрастной патологии [17].

В соответствии с персонализированной трактовкой правила соответствия условий среды жизни генетической предрасположенности организма, организм может существовать до тех пор и постольку, поскольку окружающая его среда соответствует генетическим возможностям приспособления организма (нормам реакции) к ее колебаниям и изменениям.

Факторы, неадекватные фенотипическим свойствам организма (нормам реакции систем организма), представляют собой жесткие условия среды, вызывающие состояние функционального напряжения механизмов адаптации. Если высокий уровень функционирования, который обеспечивается за счёт интенсивного напряжения регуляторных систем, поддерживается в течение длительного времени, то возникает опасность развития явлений недостаточности, вследствие которых возможно распространение нарушений на энергетические и метаболические процессы организма. В связи с этим обратим внимание на то, что наиболее частое задействование организмом в адаптационных процессах системы с максимальной реактивностью в течение жизни способствует в перспективе развитию процессов угнетения (изнашивания) её функций.

Отметим очевидность того, что степень напряжения физиологических систем определяется соотношением уровней их функционирования с нормами реакции.

На рис. 2 показано развитие неспецифической реакции организма с использованием модели фенома (см. табл. 1) и схемы межсистемного взаимодействия (см. рис. 1). Знаком «↑» отмечено тонизирование, а знаком «↓» – ингибирование системы организма, идентифицируемой рядом указанным номером в соответствии с нумерацией систем в табл. 1. Выраженность тонирования знака отражает степень тонизирования или ингибирования в соответствии с направленностью межсистемного взаимодействия (см. рис. 1).

По рис. 2 можно проследить схему развития стресса, описанную Г.Н. Кассилем. Возбуждение коры головного мозга при стрессе передается в гипоталамус, являющийся структурой ЦНС (тонизирование системы организма № 1), где происходит освобождение (переход в свободную, активную форму) норадреналина из нервных клеток. Активируя норадренергические элементы лимбико-ретикулярной системы, норадреналин вызывает возбуждение симпатических центров и тем самым усиление деятельности симпатико-адреналовой системы. Это ведет к усиленному выбросу адреналина из мозгового слоя надпочечников (тонизирование системы организма № 7). Кровь обогащается адреналином, который через гемато-энцефалический барьер проникает в определенные участки лимбико-ретикулярной системы и гипоталамуса. Происходит активация адренергических элементов центральной нервной системы, обозначенной на рис. 2 за № 1) [25].

Увеличение коры надпочечников и резкий выброс в кровь катехоламинов (адреналина, норадреналина и их производных) приводит к мощному усилению вегетатики: учащению частоты сердечных сокращений (тонизирование системы организма № 5 по направлению 1 → 5) и повышению тонуса сосудов (тонизирование системы организма № 11 по направлению 1 → 11), повышению тонуса мышц (тонизирование систем организма № 1 и 5 по направлению 1 → 5), усилению дыхания (тонизирование системы организма № 3 по направлению 1 → 3), спазму сосудов кожи (тонизирование системы организма № 9 по направлению 1 → 9) и повышению уровня кортизона и инсулина.

Другой характерный признак стресса – точечное изъязвление слизистых желудка (ингибирование системы организма

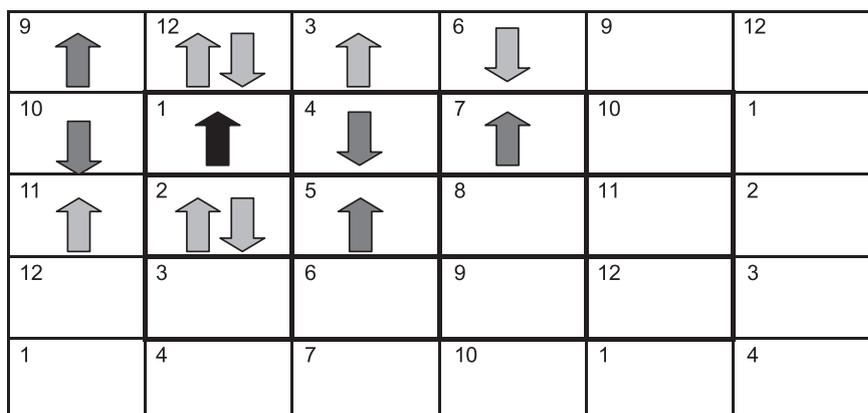


Рис. 2. Схема развития неспецифической реакции организма.

№ 4 по направлению 1 → 4) и кишечника (ингибирование системы организма № 6). Гормон стресса кортизон способен к деструктивным акциям по отношению к протеинам человеческого тела, что может привести к потере плотности костной ткани (ингибирование системы организма № 10 по направлению 1 → 10).

Важным проявлением стресс-реакции является уменьшение (сморщивание) вилочковой железы (система организма № 2) и лимфатических желёз (система организма № 12) – органов, связанных с поддержанием иммунитета. Однако нельзя утверждать, что при возникновении стрессовой ситуации иммунитет резко снижается. Напротив, описанный признак свидетельствует о резком повышении иммунной активности на первых этапах реагирования на опасность: формула крови быстро «омолаживается» за счёт поступления в кровотоки большого количества лимфоцитов, синтеза тромбоцитов и др. Однако с течением времени этот ресурс быстро иссякает – истощенные надпочечники, как главный орган выживания, «тянут за собой» иммунитет (система организма № 12), железы внутренней секреции (система организма № 2), а также другие органы и системы.

Используя схему взаимодействия систем организма (см. рис. 1), можно объяснить тенденцию к снижению уровня функционирования системы организма № 6 усилением её ингибирования по направлениям 3 → 6, 9 → 6 снижением активности тонизирования по направлениям 4 → 6 и 10 → 6. Повышение активности системы организма № 7 определяется усилением тонизирования по направлениям 5 → 7, 3 → 7 и 9 → 7, а также снижением активности её ингибирования по направлениям 4 → 7 и 10 → 7.

Таким образом, предложенные модель фенома и схема взаимодействия систем организма позволяют правильно прогнозировать уже известные современной науке особенности изменения уровней функционирования систем организма при активации центральной нервной системы, определяющей развитие неспецифической реакции организма.

Следствием универсальности схемы взаимодействия любой системы организма с остальными (см. рис. 1), является вывод о том, что проявление активности любой другой системы будет развиваться аналогично схеме развития неспецифической реакции организма согласно рис. 2, но уже относительно неё, а не системы организма № 1.

Таким образом, системные реакции организма на фактор среды, как уже указывалось выше, всегда стереотипны и проявляются в виде реакций организма, разворачивающихся по описанной схеме (см. рис. 1) относительно системы организма № 1 (неспецифическая реакция), существенной системы (специфическая реакция), а также системы, адресно выбираемой таргентностью фактора.

Главный вывод данной работы состоит в том, что знание механизмов развития изменений функционального состояния систем организма в ответ на действие фактора риска открывает путь к математическому моделированию процесса прогнозирования функциональных нарушений, способствующих развитию неинфекционных заболеваний и других неблагоприятных отклонений от состояния здоровья.

Соответственно, регулярный контроль стереотипных изменений функционального состояния организма и знание при-

чинно-следственных связей их изменения может позволить избежать отрицательных последствий в профессиональной деятельности врача, тренера, педагога или непродуктивной траты ими времени и сил, позволит им добиться в практической деятельности желаемого оптимального эффекта.

Методология оценки неблагоприятного влияния факторов окружающей среды на здоровье человека предполагает сопоставление функциональной активности систем организма на момент обследования индивида с нормами их реакции. Основными критериями сниженных функциональных (адаптационных) резервов организма являются:

- низкий уровень функциональной активности существенной системы организма (признак истощения ресурсов не только данной системы, но и всего организма в целом);

- сниженный уровень функциональной активности систем с низкой нормой реакции, на которые оказывают сильное ингибирующее или тонизирующее воздействие центральная нервная система или существенная система (признак снижения резервов отдельной системы);

- значимое превышение уровня функциональной активности систем с низкой нормой реакции своей нормы (признак воспалительного процесса, предвестник снижения резервов данной системы организма).

Существует мнение, что процесс восстановления, как и сам процесс адаптации, должен быть строго специфичен: должны учитываться запросы существенной системы организма и системы «мишени» для стресса. Последнее крайне важно, поскольку недостаток специфических энергетических, пластических, минеральных и других ресурсов в организме и их качественное или количественное «несоответствие» функциональному запросу системы может оказать существенное влияние на конечный результат процесса адаптации [1].

Еще один вывод этой работы заключается в том, что на основании описанных механизмов реагирования организма на факторы окружающей среды для оптимизации жизнедеятельности организма можно рекомендовать подбор вида общественно полезного труда в зависимости от фенотипических особенностей индивида. «Если подобный подбор проводится правильно, то он всегда способствует творческому развитию личности во всех сферах общественных отношений, включая процесс труда. Труд в таком случае приобретает важную социальную функцию – функцию развития и укрепления здоровья человека» [26].

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Литература

1. Павлов С.Е. *Адаптация*. М.: Паруса; 2000.
2. Гаркави Л.Х. *Активационная терапия*. Ростов-на-Дону; 2006.
3. Адо А.Д. Общие вопросы учения о реактивности организма. В кн.: Адо А.Д., Новицкий В.В., ред. *Патологическая физиология*. Томск; 1994.
4. Селье Г. *Стресс без дистресса*. Пер. с англ. М.: Прогресс; 1982.
5. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б., Кузьменко Т.С. *Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации*. М.; 1998.
6. Анохин П.К. *Философские аспекты теории функциональной системы*. М.: Наука; 1978.
7. Марасанов А.В., Вальцева Е.А. Научный потенциал феномики – функционального направления генетики. *Гигиена и санитария*. 2016; 95(9): 805–8.
8. Марасанов А.В., Ларина Т.В., Братушка А.В. Автоматизированная медицинская система регистрации, консультирования, функциональной диагностики и коррекции КОМПЛЕКС. В кн.: Разумов А.Н., ред. *Диагностические и восстановительные технологии восстановительной медицины. Многоотомный каталог-справочник*. М.: АльянсИнвест; 2003.
9. Вялков А.И., Звоников В.М., Калачев В.Л., Коротков К.Г., Мамедов Ю.Э., Марасанов А.В. и др. Новая медицинская технология – автоматизированный комплекс оценки уровня здоровья «ДИАМЕД». В кн.: *Материалы XI Международного конгресса по ГРВ биоэлектрографии*, СПб.; 2007: 15–7.
10. Анохин П.К. *Внутреннее торможение как проблема физиологии*. М.: Медгиз; 1958.
11. Анохин П.К. *Биология и нейрофизиология условного рефлекса*. М.: Медицина; 1968.
12. Анохин П.К. *Очерки по физиологии функциональных систем*. М.: Медицина; 1975.

13. Новицкий В.В., Гольдберг Е.Д., Уразова О.И. *Патофизиология: Учебник*. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2010.
14. Зотиков Е.А. *Антигенные системы человека и гомеостаз*. М.: Медицина; 1982.
15. Мешкова Т.А. *Психогенетика: Учебное пособие для студентов*. М.; 2004.
16. Балабанова Л.М. *Судебная патопсихология (вопросы определения нормы и отклонений)*. Донецк: Сталкер; 1998.
17. Марасанов А.В. Феномика – биофункциональная основа профилактической медицины и геронтологии. В кн.: Рахманин Ю.А., ред. *Материалы Пленума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды «Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды»*. М.; 2015: 251–4.
18. Анохин П.К. Принципиальные вопросы общей теории функциональных систем. В кн.: Анохин П.К., ред. *Принципы системной организации функций*. М.: Наука; 1973: 5–61.
19. Судаков К.В. *Общая теория функциональных систем*. М.: Медицина; 1984.
20. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. *Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам*. М.: Медицина; 1988.
21. Эверли Д.С., Розенфельд Р. *Стресс: природа и лечение*. Пер. с англ. М.: Медицина; 1985.
22. Судаков К.В. Общие закономерности динамической организации функциональных систем. *Курский научно-практический вестник. Человек и его здоровье*. 2005; (2): 4–10.
23. Википедия. Феном. Available at: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Феном>
24. Реймерс Н.Ф. *Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы)*. М.: Россия Молодая; 1994.
25. Кассиль Г.Н. *Наука о боли*. М.: Наука; 1975.
26. Казначеев В.П., Казначеев С.В. *Адаптация и конституция человека*. Новосибирск: Наука; 1986.

## References

1. Pavlov S.E. *Adaptation [Adaptatsiya]*. Moscow: Parusa; 2000. (in Russian)
2. Garkavi L.Kh. *Activation Therapy [Aktivatsionnaya terapiya]*. Rostov-na-Donu; 2006. (in Russian)
3. Ado A.D. General questions about the theory of reactivity. In: Ado A.D., Novitskiy V.V., eds. *Pathological Physiology [Patologicheskaya fiziologiya]*. Tomsk; 1994. (in Russian)
4. Selye H. *Stress without Distress*. Philadelphia: J.B. Lippincott Co; 1974.
5. Garkavi L.Kh., Kvakina E.B., Kuz'menko T.S. *Antistress Reactions and Activation Therapy. The Reaction of Activation as a Way to Health Through Self-Organization Processes [Antistressornye reaktsii i aktivatsionnaya terapiya. Reaktsiya aktivatsii kak put' k zdorov'yu cherez protsessy samoorganizatsii]*. Moscow; 1998. (in Russian)
6. Anokhin P.K. *Philosophical Aspects of the Theory of Functional Systems [Filosofskie aspekty teorii funktsional'noy sistemy]*. Moscow: Nauka; 1978. (in Russian)
7. Marasanov A.V., Val'tseva E.A. Scientific potential of phenomics – functional genetics direction. *Gigiena i sanitariya*. 2016; 95(9): 805–10. (in Russian)
8. Marasanov A.V., Larina T.V., Bratushka A.V. Automated medical system of registration, counseling, functional diagnostics and correction. COMPLEX. In: Razumov A.N., ed. *Diagnostic and Recovery Technologies of Regenerative Medicine. Multivolume Directory [Diagnosticheskie i vosstanovitel'nye tekhnologii vosstanovitel'noy meditsiny. Mnogotomnyy katalog-spravochnik]*. Moscow: Al'yansInvest; 2003. (in Russian)
9. Vyalkov A.I., Zvonikov V.M., Kalachev V.L., Korotkov K.G., Mamedov Yu.E., Marasanov A.V., et al. New medical technology – automated complex for assessing the level of health «DIAMED». In: *Proceedings of XI International congress on GDV bioelectrography [Materialy XI Mezhdunarodnogo kongressa po GRV bioelektrografii]*. St. Petersburg; 2007: 15–7. (in Russian)
10. Anokhin P.K. *Internal Inhibition as the Problem of Physiology [Vnutrennee tormozhenie kak problema fiziologii]*. Moscow: Medgiz; 1958. (in Russian)
11. Anokhin P.K. *Biology and Neurophysiology of the Conditioned Reflex [Biologiya i neyrofiziologiya uslovnogo refleksa]*. Moscow: Meditsina; 1968. (in Russian)
12. Anokhin P.K. *Essays on the Physiology of Functional Systems [Ocherki po fiziologii funktsional'nykh sistem]*. Moscow: Meditsina; 1975. (in Russian)
13. Novitskiy V.V., Gol'dberg E.D., Urazova O.I. *Pathophysiology: Textbook [Patofiziologiya: Uchebnik]*. Moscow: GEOTAR-Media; 2010. (in Russian)
14. Zotikov E.A. *Antigenic Human System and Homeostasis [Antigennye sistemy cheloveka i gomeostaz]*. Moscow: Meditsina; 1982. (in Russian)
15. Meshkova T.A. *Psychogenetics: Textbook for Students [Psikhogenetika: Uchebnoe posobie dlya studentov]*. Moscow; 2004. (in Russian)
16. Balabanova L.M. *Trial Pathopsychology (Questions of Definition of the Normal Behavior and Deviation) [Sudebnaya patopsikologiya (voprosy opredeleniya normy i otkloneniy)]*. Donetsk: Stalker; 1998. (in Russian)

17. Marasanov A.V. Phenomics – biofunctional basis of preventive medicine and gerontology. In: Rahmanin Yu.A., ed. *Materials of the Plenum of the Scientific Council of the Russian Federation for Human Ecology and Environmental Health «Methodological Problems in the Study, Assessment and Regulation of Chemical Pollution» [Materialy Plenuma Nauchnogo soвета Rossiyskoy Federatsii po ekologii cheloveka i gigiene okruzhayushchey sredy «Metodologicheskie problemy izucheniya, otsenki i reglamentirovaniya khimicheskogo zagryazneniya okruzhayushchey sredy»]*. Moscow; 2015: 251–4. (in Russian)
18. Anokhin P.K. Principal questions of the general theory of functional systems. In: Anokhin P.K., ed. *Principles of the System Organization of Functions [Printsipy sistemnoy organizatsii funktsiy]*. Moscow: Nauka; 1973: 5–61. (in Russian)
19. Sudakov K.V. *The General Theory of Functional Systems [Obshchaya teoriya funktsional'nykh sistem]*. Moscow: Meditsina, 1984. (in Russian)
20. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. *Adaptation to the Stress Situations and Physical Activity [Adaptatsiya k stressornym situatsiyam i fizicheskim nagruzkam]*. Moscow: Meditsina; 1988. (in Russian)
21. Everly G.S., Rosenfeld R. *The Nature and Treatment of the Stress Response*. New York: Plenum Press; 1981.
22. Sudakov K.V. General regularities of the dynamic organization of functional systems. *Kurskiy nauchno-prakticheskiy vestnik. Chelovek i ego zdorov'e*. 2005; (2): 4–10. (in Russian)
23. Wikipedia. Phenome. Available at: <https://en.wikipedia.org/wiki/Phenome>
24. Reymers N.F. *Ecology (Theories, Laws, Rules, Principles and Hypothesis) [Ekologiya (teorii, zakony, pravila printsipy i gipotezy)]*. Moscow: Rossiya Molodaya; 1994. (in Russian)
25. Kassil' G.N. *The Science of Pain [Nauka o boli]*. Moscow: Nauka; 1975. (in Russian)
26. Kaznacheev V.P., Kaznacheev S.V. *Adaptation and the Constitution of Human Being [Adaptatsiya i konstitutsiya cheloveka]*. Novosibirsk: Nauka; 1986. (in Russian)

Поступила 14.02.17  
Принята к печати 05.07.17

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 616-02:614.7:613.955(470.56)

Сетко Н.П., Вахмистрова А.В., Сетко А.Г., Булычева Е.В.

## ИНТЕГРАЛЬНАЯ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ В УСЛОВИЯХ КОМПЛЕКСНОГО ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава России, 460000, Оренбург

*Подростки в реальных условиях подвергаются влиянию комплекса факторов среды обитания, что определяет актуальность поиска количественных показателей состояния здоровья при действии факторов среды обитания. В статье показано, что в условиях комплексного влияния факторов окружающей среды у подростков в состоянии здоровья отмечаются отклонения физиологического статуса, которые характеризуются дезорганизацией функционирования центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, межсистемные связи которых с увеличением дозы факторов усиливаются. На основании математического анализа определён интегральный показатель физиологического статуса – индекс физиологического дисбаланса (ИФД), который у подростков, подвергающихся высокому уровню антропогенной нагрузки, был в 1,7 раза выше, чем у подростков, проживающих на территории, где уровень антропогенной нагрузки был в 1,4 раза ниже и составлял 2,85 ед. и 1,60 ед. соответственно, что свидетельствовало о напряжении процессов адаптации организма к комплексу факторов среды обитания (на основании разработанной авторами шкалы градаций адаптационных реакций в зависимости от количественных характеристик индекса физиологического дисбаланса).*

**Ключевые слова:** подростки; факторы окружающей среды; индекс физиологического дисбаланса.

**Для цитирования:** Сетко Н.П., Вахмистрова А.В., Сетко А.Г., Булычева Е.В. Интегральная донозологическая оценка здоровья подростков в условиях комплексного влияния факторов окружающей среды. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(10): 1009-1012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-10-1009-1012>

**Для корреспонденции:** Булычёва Екатерина Владимировна, канд. мед. наук, доцент кафедры гигиены и эпидемиологии ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава России, 460000, Оренбург. E-mail: [e-sosnina@mail.ru](mailto:e-sosnina@mail.ru)

Setko N.P., Vakhmistrova A.V., Setko A.G., Bulycheva E.V.

### INTEGRAL DONOSOLOGICAL ASSESSMENT OF ADOLESCENT'S HEALTH IN CONDITIONS OF THE COMPLEX INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS

Orenburg State Medical University, Orenburg, 460000, Russian Federation

*Under real conditions adolescents are influenced by a complex of environmental factors that determine the relevance of the search for quantitative indices of the health status under the action of environmental factors. The article shows that in conditions of complex influence of environmental factors in adolescents in the state of health, deviations are noted at the level of changes in physiological status characterized by disorganization of the functioning of the central nervous, cardiovascular and respiratory systems, the inter-systemic connections of which increase with the elevating dose of factors. On the basis of the mathematical analysis, an integral index of physiological status was determined - the index of physiological imbalance (IFD), which in adolescents subjected to a high anthropogenic load was by 1.7 times higher than in adolescents living in an area where the anthropogenic load was 1.4 times lower and correspondingly was 2.85 units and 1.60 units, which indicated to the tension of the*