

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ВРЕМЕННОЙ НЕТРУДОСПОСОБНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ****Гитис В. Б., Кононенко М. О.**

Рассматривается влияние временной нетрудоспособности персонала предприятия на результаты его экономической деятельности. Предлагается модель оценки и управления потерями от временной нетрудоспособности персонала, в качестве модулей которой используются нейронные сети. Предлагается перечень входных и выходных сигналов модели, составляющих ее информационное обеспечение. Приводятся данные апробации модели для одного из крупных промышленных предприятий Украины. На примере анализа выбросов диоксида азота иллюстрируется возможность исследования с помощью модели влияния факторов загрязнения окружающей среды на уровень заболеваемости персонала предприятия.

Розглядається вплив тимчасової непрацездатності персоналу підприємства на результати його економічної діяльності. Пропонується модель оцінки й управління втратами від тимчасової непрацездатності персоналу, у якості модулів якої використовуються нейронні мережі. Пропонується перелік вхідних і вихідних сигналів моделі, які складають її інформаційне забезпечення. Приводяться дані апробації моделі для одного з крупних промислових підприємств України. На прикладі аналізу викидів діоксиду азоту ілюструється можливість дослідження за допомогою моделі впливу чинників забруднення навколишнього середовища на рівень захворювання персоналу підприємства.

In the article influence of temporal disability of personnel of enterprise is examined on the results of his economic activity. The model of estimation and management losses is offered from temporal disability of personnel, as modules of which neuron networks are utilized. The list of entrance and output signals of model is offered, being apart of its informative providing. These approbations over of model are brought for one of major industrial concerns of Ukraine. On the example of analysis of extras of dioxide of nitrogen research possibility is illustrated by the model of influence of factors of contamination of environment on the level of morbidity of enterprise personnel.

Гитис В. Б.

канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой ИСПР ДГМА  
[veniamin.gitis@dgma.donetsk.ua](mailto:veniamin.gitis@dgma.donetsk.ua)

Кононенко М. О.

студент ДГМА

УДК 004.032.26

**Гитис В. Б., Кононенко М. О.**

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМОВ ВРЕМЕННОЙ НЕТРУДОСПОСОБНОСТИ ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЯ**

В настоящее время перед руководителями предприятий очень остро стоит проблема временной нетрудоспособности персонала [1]. Особенно важно решение проблемы заболеваемости в Донецком регионе, учитывая его специфику: густонаселенность, высокая концентрация промышленных предприятий, сложная экологическая обстановка, негативно сказывающаяся на здоровье населения.

Основным измерителем состояния здоровья является заболеваемость с временной утратой трудоспособности, как высокоинформативный критерий, характеризующий здоровье и эффективность лечебно-оздоровительных мероприятий данного трудового коллектива [2].

Разработкой плана мероприятий по профилактике заболеваемости занимаются государственные санитарно-эпидемиологические станции на всех уровнях. Сюда входит учет и обработка оперативной информации, обработка полученных статистических данных за определенный период, принятие решений о методах профилактики на будущий период. Вместе с тем, до настоящего времени отсутствует должная система мотивации предприятий по внедрению методов управления эколого-экономическими рисками, которые позволили бы предотвратить или существенно снизить ущерб от загрязнения окружающей среды.

В связи со стабилизацией экономической ситуации в стране, промышленные предприятия наращивают объёмы производства. Эта тенденция ещё больше усугубляет значительный вклад этих предприятий в загрязнение окружающей среды. Увеличение нагрузки на окружающую среду неизменно будет сопровождаться увеличением числа чрезвычайных неблагоприятных экологических событий, связанных с нанесением ущерба окружающей среде, населению, различным сферам экономики.

Вместе с тем, каждая отрасль промышленности имеет свои специфические особенности, определяющие необходимость выработки соответствующих методик для оценки и управления эколого-экономическими рисками. Актуальность исследования связана, в первую очередь, с необходимостью развития методов анализа и управления эколого-экономическими показателями на машиностроительных предприятиях.

Решение задачи прогнозирования заболеваемости также может быть необходимо для фармацевтических предприятий для оценки уровня спроса на определенные группы медицинских препаратов.

В последнее время сильно возрастает значение информационного обеспечения самых разных медицинских технологий. Оно становится критическим фактором развития практически во всех областях знания, поэтому разработка и внедрение информационных систем является на сегодняшний день одной из самых актуальных задач [3].

Несмотря на крайнюю необходимость решения поставленной задачи, так как она, прежде всего, касается здоровья человека, в нашем регионе не внедрены эффективные системы, позволяющие с помощью математических методов решать задачи прогнозирования инфекционной заболеваемости.

Целью работы является разработка методических и практических рекомендаций по оценке и управлению экономическим ущербом от заболеваемости на промышленном предприятии путем моделирования объемов временной нетрудоспособности.

Для принятия управленческих решений, направленных на снижение потерь от временной нетрудоспособности, необходимо иметь формализованное описание зависимости заболеваемости от факторов окружающей среды.

Наибольшее влияние на уровень временной нетрудоспособности персонала оказывают климатические, экологические и экономические составляющие.

Погода оказывает на человека прямое и косвенное влияние. Прямое влияние весьма разнообразно и обусловлено непосредственным действием климатических факторов на организм человека и прежде всего на условия теплообмена его со средой: на кровоснабжение кожных покровов, дыхательную и сердечно – сосудистую систему.

На организм человека, как правило, влияет не один какой – либо изолированный фактор, а их совокупность, причем основное действие оказывают не обычные колебания климатических условий, а главным образом их внезапные изменения. Поэтому для полноты описания атмосферной среды, непосредственно влияющей на человеческий организм, необходимо учитывать следующие факторы: температуру воздуха, влажность, атмосферное давление, скорость и направление ветра, наличие и тип осадков, продолжительность светового дня [4].

Следует учитывать, что негативное влияние климатического фактора усиливается воздействием экологического фактора. Анализ статистических данных последних лет выявил тенденцию увеличения количества заболеваний, связанных с загрязнением окружающей среды. Экономический аспект проблемы состоит в том, что с увеличением количества заболеваний пропорционально возрастают затраты на медицинское обслуживание, оплату больничных листов работников. Необходимо учитывать и потери, связанные с пониженной работоспособностью заболевшего на начальной стадии заболевания и в период адаптации на рабочем месте после перенесенной болезни, а также необратимыми изменениями в состоянии здоровья (хронические заболевания).

К настоящему времени выявлено специфическое действие экологического фактора на здоровье или, что точнее, на протекание заболеваний. Болезни, связанные с состоянием окружающей среды, например, дыхательной, сердечно-сосудистой систем и т. п., характеризуются повышенной длительностью и пониженной результативностью лечения. Между действием экологического фактора и качественными характеристиками населения существует прямая и неблагоприятная зависимость [5].

В табл. 1 предложены факторы, являющиеся входными сигналами модели (диапазоны изменения величин выбраны из имеющейся выборки статистических данных).

В качестве выходных сигналов модели выбраны численность заболевших работников, численность продолжающих лечение и объемы закупки лекарственных препаратов первой необходимости (по наименованиям препаратов).

Выбор в качестве выходных сигналов численности заболевших и численности продолжающих лечение обусловлен тем, что данные факторы являются одними из основных общепризнанных критериев оценки уровня здоровья населения. Также эти показатели составляют основную часть экономического ущерба от временной нетрудоспособности персонала.

Прогнозирование объемов закупки лекарственных препаратов является важным этапом оценки и снижения потерь от временной потери трудоспособности. Данные препараты входят в перечень медикаментов, наличие которых обязательно в любой аптечке или пункте оказания медицинской помощи. Кроме того, возможность прогнозирования потребления этих лекарственных препаратов позволит планировать объемы их закупки, что улучшит качество оказываемой на предприятии первой медицинской помощи.

На рис. 1 представлена структура модели анализа и управления потерями от временной нетрудоспособности персонала предприятия. Данная модель позволяет рассчитать экономические потери от нетрудоспособности. Также отдельный блок модели может быть использован для планирования поставок лекарственных препаратов и обоснования целевого финансирования этого направления деятельности.

В качестве модуля прогнозирования объемов временной нетрудоспособности используется нейросетевая модель на основе персептрона.

Таблица 1

Входные сигналы модели

| Группа                       | Обозначение                     | Наименование                       | Ед. измер.  | Диапазон измерения | Тип сигнала |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------|--------------------|-------------|
| Климатические факторы        | x1                              | Среднесуточная температура воздуха | °С          | -22 ... 30         | Непрерывный |
|                              | x2                              | Среднесуточная влажность воздуха   | %           | 26 ... 94          | Непрерывный |
|                              | x3                              | Атмосферное давление               | мм. рт. ст. | 744 ... 781        | Непрерывный |
|                              | x4                              | Направление ветра – С              | есть        | 1                  | Двоичный    |
|                              |                                 |                                    | нет         | 0                  |             |
|                              | x5                              | Направление ветра – СЗ             | есть        | 1                  | Двоичный    |
|                              |                                 |                                    | нет         | 0                  |             |
|                              | x6                              | Направление ветра – З              | есть        | 1                  | Двоичный    |
|                              |                                 |                                    | нет         | 0                  |             |
|                              | x7                              | Направление ветра – ЮЗ             | есть        | 1                  | Двоичный    |
|                              |                                 |                                    | нет         | 0                  |             |
|                              | x8                              | Направление ветра – Ю              | есть        | 1                  | Двоичный    |
|                              |                                 |                                    | нет         | 0                  |             |
|                              | x9                              | Направление ветра – ЮВ             | есть        | 1                  | Двоичный    |
| нет                          |                                 |                                    | 0           |                    |             |
| x10                          | Направление ветра – В           | есть                               | 1           | Двоичный           |             |
|                              |                                 | нет                                | 0           |                    |             |
| x11                          | Направление ветра – СВ          | есть                               | 1           | Двоичный           |             |
|                              |                                 | нет                                | 0           |                    |             |
| x12                          | Сила ветра                      | м/с                                | 0...12      | Непрерывный        |             |
| x13                          | Тип погоды                      | ясно                               | 1           | Дискретный         |             |
|                              |                                 | облачно                            | 2           |                    |             |
|                              |                                 | осадки                             | 3           |                    |             |
| x14                          | Продолжительность светового дня | час                                | 8,25...14,2 | Непрерывный        |             |
| Загрязнение окружающей среды | x15                             | Пыль                               | кг/сутки    | 200...397          | Непрерывный |
|                              | x16                             | Диоксид азота                      | кг/сутки    | 56...72            | Непрерывный |
|                              | x17                             | Диоксид серы                       | кг/сутки    | 166...243          | Непрерывный |
|                              | x18                             | Оксид углерода                     | кг/сутки    | 21040...38000      | Непрерывный |
| Экономические факторы        | x19                             | Средняя заработная плата           | грн/мес     | 1690...2450        | Непрерывный |

Каждый из модулей нейронной сети содержит различное количество скрытых слоев и нейронов в скрытых слоях, что позволяет в целом в сети сократить суммарное число нейронов. Полученная топология сети представлена на рис. 2.

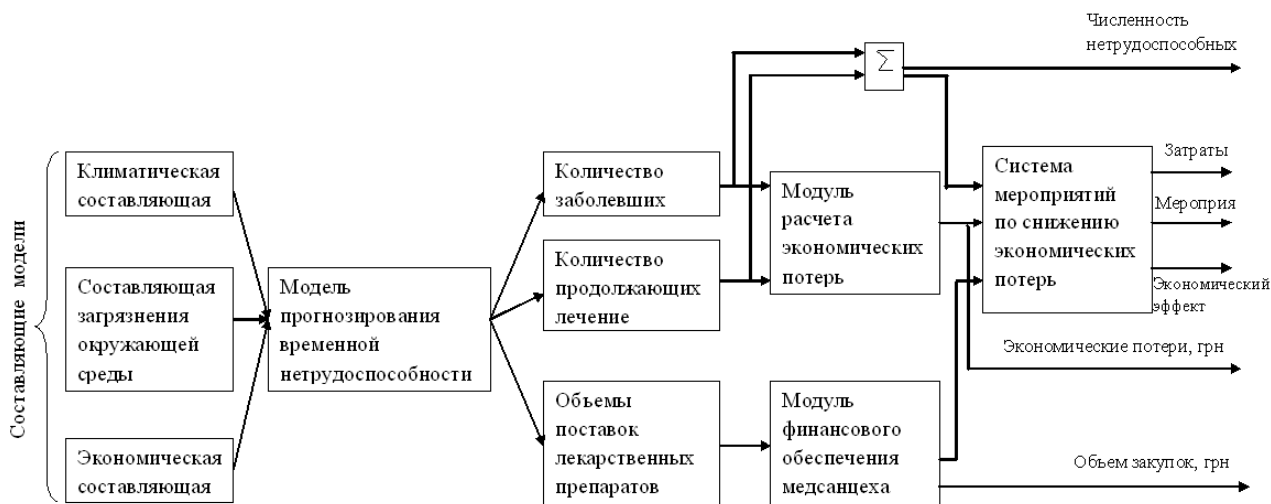


Рис. 1. Структурная схема модели оценки и управления потерями от нетрудоспособности

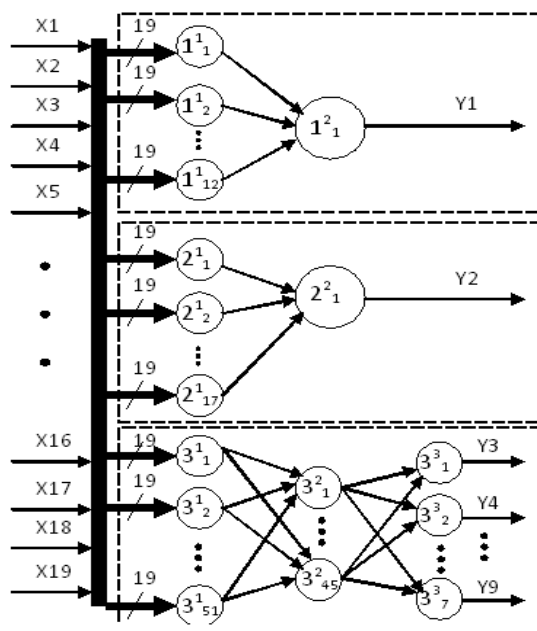


Рис. 2. Архитектура нейронной сети

Модуль расчета экономических потерь рассчитывает следующие показатели.

Затраты на выплату пособия по временной нетрудоспособности определяются как произведение показателей: средневыводной выплаты по больничному листу, приходящейся на одного работника, среднего числа дней отсутствия одного человека на рабочем месте, и числа работников, выбывших по причине временной нетрудоспособности:

$$N_{\text{бл}} = Cr_{\text{бл}} \times Ч_{\text{т}}, \tag{1}$$

где  $Cr_{\text{бл}}$  – средневыводные выплаты по больничному листу на одного человека, грн;  
 $Ч_{\text{т}}$  – число выбывших по причине временной нетрудоспособности, чел.

Потери при перерыве в работе обусловлены простоем рабочего места во время отсутствия сотрудника. Они определяются как произведение трех показателей: средневыводной выработки, приходящейся на одного работника, средней продолжительности перерывов в работе, вызванных нетрудоспособностью, и числа работников, выбывших по причине потери трудоспособности:

$$N_{np} = C_{pв} \times Ч_m, \tag{2}$$

где  $C_{pв}$  – среднедневная выработка на одного человека, грн.

Потери, вызванные снижением производительности труда у рабочих на начальной стадии заболевания, определяют стоимость недополученной продукции и рассчитываются как произведение коэффициента снижения производительности труда, ее среднедневного уровня, числа сотрудников, выбывших по причине временной нетрудоспособности:

$$N_{cнт} = C_{pв} \cdot K_{сн} \cdot Ч_y, \tag{3}$$

где  $K_{сн}$  – коэффициент снижения производительности труда на начальной стадии заболевания;

$Ч_y$  – число вновь заболевших сотрудников.

Убытки, вызванные временной нетрудоспособностью персонала, равны сумме всех частных потерь.

$$N_{вн} = N_{бл} + N_{np} + N_{cнт}. \tag{4}$$

На рис. 3 приведены значения максимальной и средней ошибки в процентном выражении для каждого выхода.

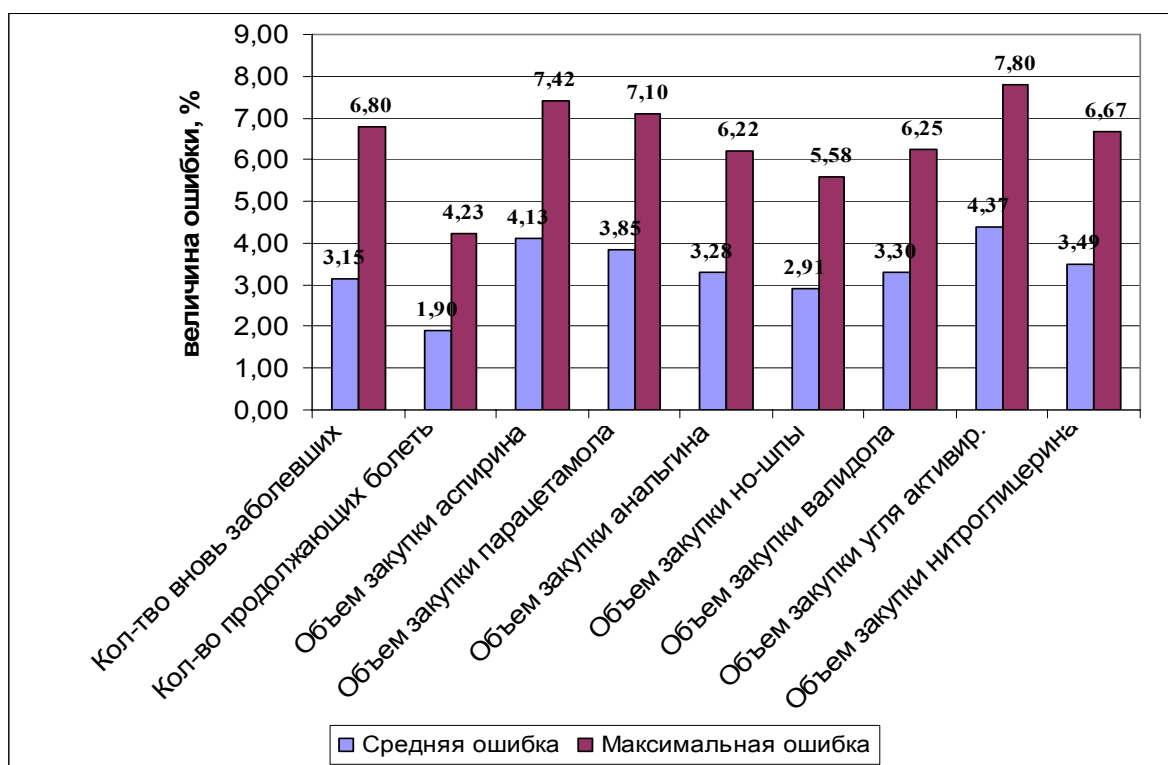


Рис. 3. Оценка результатов тестирования нейронной сети

Как видно из рис. 3, полученные расчетные значения достаточно близки к фактическим: среднее значение ошибки не превышает 4,37 %, поэтому прогноз можно считать достаточно точным.

При реализации обученной нейронной сети на выборке, включающей постоянные значения всех факторов и изменении в некоторых пределах значений выбросов одного из экологических факторов, могут быть получены зависимости заболеваемости от объемов вредных выбросов в атмосферу.

В качестве примера рис. 4 иллюстрирует рост числа заболевших с ростом выбросов в атмосферу диоксида азота.

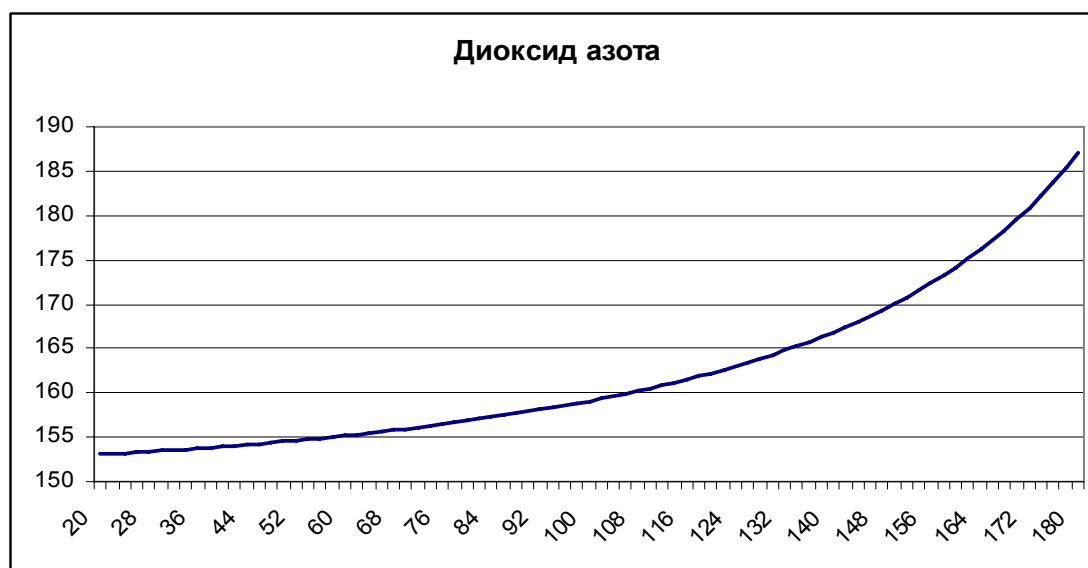


Рис. 4. Зависимость уровня заболеваемости от выбросов диоксида азота в атмосферу

### ВЫВОДЫ

Временная нетрудоспособность работника приводит к экономическим потерям для персонала, предприятия и государства в целом. Экономический ущерб связан с затратами на лечение и выплатами по социальному страхованию. Кроме того, в результате временной утраты трудоспособности людьми, занятыми в экономике, теряется определенная часть ВВП.

Разработанная нейросетевая модель с модульной структурой позволяет осуществлять моделирование и прогнозирование временной нетрудоспособности, а также рассчитывать экономические потери предприятий от временной нетрудоспособности персонала. Отдельный модуль системы предназначен для планирования объемов закупок различных лекарственных препаратов, который может быть использован как для разработки системы финансирования медсанцехов крупных предприятий, так и для обеспечения поставок аптек и других медицинских учреждений.

Апробация предложенной модели показала, что максимальная ошибка не превышает 4,37 %. Использование модуля прогнозирования временной нетрудоспособности позволяет выявить зависимость между объемами выбросов вредных веществ и количеством временно нетрудоспособных сотрудников.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Лисицын Ю. П. Санология – основа первичной профилактики / Ю. П. Лисицын // Вестник Российской Академии медицинских наук. – 1998. – № 8. – С. 48–51.
2. Прохоров Б. Б. Оценка стоимости статистической жизни и экономического ущерба от потерь здоровья / Б. Б. Прохоров, Д. И. Шмаков // Проблемы прогнозирования. – 2002. – № 3. – С. 23–41.
3. Сенотрусова С. В. Новый подход к прогнозу заболеваемости населения патологией дыхательных путей / С. В. Сенотрусова // Вестник Новосибирского государственного университета. – 2005. – № 3. – С. 31–37.
4. Васьков А. Т. Влияние климатических изменений на окружающую среду и здоровье человека / А. Т. Васьков // Аналитический вестник Совета Федерации ФС РФ. – 2008. – № 4 (349). – С. 33–36.
5. Ревич Б. А. Экономические последствия воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье населения : пособие по региональной экологической политике / Б. А. Ревич, В. Н. Сидоренко; под. ред. В. М. Захарова, С. Н. Бобылева. – М. : Акрополь, ЦЭПР, 2007. – 56 с.