

# НЕЙРОСЕТЕВОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ОРГАНОВ ПОГРАНИЧНОЙ СЛУЖБЫ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Каешко А. И., Живень Г. А., Чеботарев О. А.

Научно-исследовательский центр, Институт пограничной службы Республики Беларусь,

Государственный пограничный комитет Республики Беларусь

Минск, Республика Беларусь

E-mail: ondister@gmail.com

*Впервые в органах пограничной службы Республики Беларусь был проведен эксперимент для оценки возможности краткосрочного прогнозирования показателей состояния здоровья военнослужащих на основе ретроспективных данных за 3 года. В качестве модели прогнозирования были использованы искусственные нейронные сети. Полученные результаты могут быть применены в процессе управления военно-медицинской службой.*

## ВВЕДЕНИЕ

В современных сложных и быстро меняющихся условиях проблемы поиска, интеграции и анализа информации для принятия решений в сфере управления военно-медицинской службой органов пограничной службы Республики Беларусь (далее – ВМС ОПС) выходят на первый план, так как влияют на качество и эффективность работы всей ведомственной системы здравоохранения. Показатели состояния здоровья являются одним из критериев качества деятельности ВМС ОПС, а формирование стратегии управления медицинской статистической информацией с упреждающим подходом является приоритетной задачей.

До настоящего времени в ВМС ОПС прогнозирование показателей состояния здоровья военнослужащих осуществлялось ежемесячно с помощью визуализации сводных графиков и таблиц с последующим применением интуитивного метода на основе ежемесячных медицинских донесений с нижестоящего звена. Сбор данных, последующий их анализ проводился с использованием среды MS Excel. Однако такой подход имел ряд недостатков:

1. Не создавалось хранилище данных, что вело к нарушению целостности информации.
2. Трудоемкость обработки и классификации информации за период более 1 года.
3. Отсутствовала возможность прогноза показателей состояния здоровья военнослужащих по отдельным классам болезней и нозологическим формам.
4. Интуитивный метод прогнозирования временных рядов часто носит субъективный характер и сильно зависит от личного опыта эксперта.
5. Затруднена возможность прогнозирования показателей для каждой из воинских частей в отдельности.

## I. ПРОВЕДЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА И ЕГО

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Для устранения указанных недостатков было принято решение о создании информационно-аналитической системы ВМС ОПС (далее ИАС) с возможностью краткосрочного прогнозирования показателей состояния здоровья военнослужащих ОПС на основе формализованных методов прогнозирования.

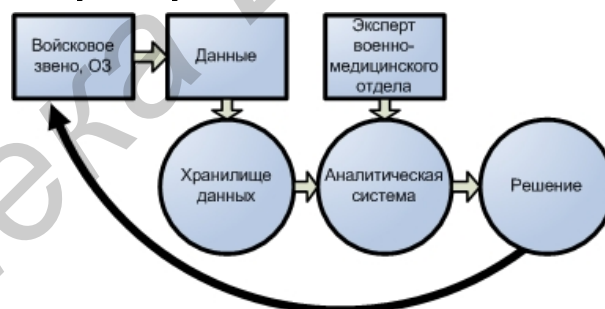


Рис. 1 – Схема информационно-аналитической системы ВМС ОПС

В качестве моделей прогнозирования было принято решение о применении искусственных нейронных сетей (далее – ИНС) [1]. Для оценки эффективности таких подходов был проведен математический эксперимент, временные границы которого были очерчены сведениями, содержащимися в ежемесячных донесениях из военно-медицинских служб воинских частей ОПС за период 2010 – 2013 г. Проведение эксперимента осуществлялось с использованием статистического пакета Statistica 6.1.

Обучающая выборка состояла из показателей заболеваемости за 36 временных периодов (январь-декабрь за 2010-2012 годы) без учета внешних факторов, контрольная выборка состояла из 5 временных периодов (январь-май 2013 года). ИНС создавались в мастере решений, в качестве базовой модели использовался многослойный перцептрон прямого распространения [2]. Параметры преобразования входящих и выходящих данных ИНС выбирались мастером решений. В каждом эксперименте создава-

лось 500 ИНС с окном прогноза от 3 до 12 месяцев. Учитывая небольшие размеры выборок, для предотвращения переобучения ИНС, число слоев было ограничено тремя, число нейронов выходного слоя было ограничено 1 нейроном, среднего слоя 3 нейронами. Используемые функции активации: линейная (выходной слой) и логистическая (средний слой).

Прогнозирование осуществлялось для каждого класса международной классификации болезней 10-го пересмотра в отдельности по категориям военнослужащих, а так же в сумме по всем классам. Для оценки результатов в каждом эксперименте отбиралось 20 лучших сетей. Оценка результатов обучения ИНС осуществлялась по показателю контрольной производительности, который представляет собой отношение стандартного отклонения ошибки прогноза к стандартному отношению исходных данных. При успешном обучении данный показатель стремится к 0. Величина, равная единице минус отношение стандартных отклонений, равна доле объяснённой дисперсии модели. Модель считалась удовлетворительной, если доля объяснённой дисперсии составляла более 0,75. Оценка качества прогнозирования осуществлялась по контрольной выборке.

В результате эксперимента у в категории военнослужащих срочной службы установлено только 2 класса болезней из 20, показатели которых доступны для нейросетевого прогнозирования без учета внешних факторов с приемлемой ошибкой (Болезни органов дыхания, Болезни костно-мышечной и соединительной ткани). У военнослужащих, проходящих службу по контракту, таких классов 3 (Болезни системы кровообращения, Болезни органов пищеварения, Болезни костно-мышечной и соединительной ткани).

Удовлетворительное качество прогноза показали так же ИНС, обученные для прогноза заболеваемости с госпитализацией, заболеваемости с трудопотерями (случаи и дни) военнослужащих срочной службы по сумме значений классов болезней.

Окно прогноза для наиболее качественных ИНС составило от 3 до 7 месяцев. Наиболее успешной оказалась архитектура многослойного персептрона с 3 нейронами в 1 скрытом слое, логистической функцией активации и обученной методом сопряженных градиентов. Основной проблемой явилась сходимость алгоритмов обучения из-за малого размера обучающей выборки.

## II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Отражением проведенного исследования для практического применения является программное обеспечение «MedCube», предназначенное для сбора и хранения ежемесячных доне-

сений военно-медицинских служб воинских частей ОПС.

Основной формой визуализации хранимых данных являются временные ряды, построенные для произвольных показателей (индикаторов). Существует возможность продления временных рядов с горизонтом до 3 месяцев при помощи нейросетевого предиктора, использующего архитектуры лучших моделей ИНС, полученных на этапе математического эксперимента и созданного на основе библиотеки Epsoc.

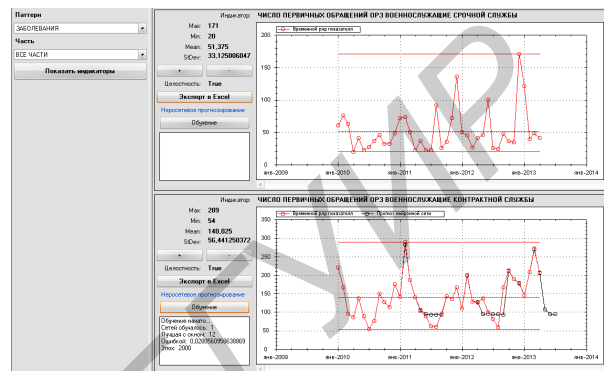


Рис. 2 – Визуализация временных рядов в модуле MedCube ИАС ВМС ОПС

Таким образом, в информационной стратегии управлении военно-медицинской службой ОПС возможно успешно применять методы нейросетевого прогнозирования заболеваемости без учета внешних факторов. Для увеличения качества прогнозирования необходимо увеличить размер обучающей выборки, то есть длину временного ряда. Так же использование данных о внешних факторах (например, температура воздуха) может повысить качество прогноза и увеличить число эффективно прогнозируемых показателей, но при этом усложняется система сбора такой информации.

## III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гордиенко, В. А. Краткосрочное прогнозирование на основе технологии нейросетевого пространственно-параметрического моделирования: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.13.01 / В. А. Гордиенко; ГОУ ВПО «Кубанский гос. тех. ун-т». – Краснодар, 2011. – 24 с.
2. Поступайло, В. Б. Использование искусственных нейронных сетей в эпидемиологическом анализе / В. Б. Поступайло // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. – №1(6). – С. 1619–1620.
3. Афанасьев, В. Н. Анализ временных рядов и прогнозирование: Учебник / В. Н. Афанасьев, М. М. Юзбашев. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 228 с.
4. Боровиков, В. П. Нейронные сети. STATISTICA Neural Networks: Методология и технологии современного анализа данных / Под редакцией В. П. Боровикова. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 392 с.
5. Muller, В. Neural Networks. An introduction / В. Muller, J. Reinhardt. – Berlin: Springer Verlag, 1991. – 266 p.