

Освещаемая проблема

- Обеспечение населения страны доступной, специализированной медицинской помощью является приоритетной задачей правительства Российской Федерации (РФ), которая регламентируется Минздравом России и на региональном уровне органами государственной власти субъектов РФ в сфере охраны здоровья.
- Кроме того, в стационарах субъектов РФ среди пациентов контролируется эпидемиологическая безопасность на уровне Роспотребнадзора и Росздравнадзора. При этом, важным критерием качества оказания медицинской помощи является показатель заболеваемости инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи (ИСМП). Так, ежегодно выявляются ИСМП среди пациентов стационаров в субъектах РФ. Кроме того, ИСМП в большинстве случаев, присоединяясь к основному заболеванию, часто сводят на нет результаты лечения, увеличивают летальность, а также длительность госпитализации и лечения, и, следовательно, потребность отрасли здравоохранения в дополнительных экономических ресурсах [1, 2].

Актуальность

- В условиях реформирования здравоохранения и государственной санитарно-эпидемиологической службы является актуальным усовершенствование существующей системы управления деятельностью медицинских организаций – формирование системы, которая обеспечивала бы, прежде всего, эффективное использование кадровых, финансовых и других ресурсов, направляемых в отрасль. Руководителям органов управления и учреждений здравоохранения, Роспотребнадзора в практике необходимы эффективно действующие механизмы выработки и принятия научно обоснованных управленческих решений, ориентированных на достижение конечных результатов – обеспечение эпидемиологической безопасности медицинской помощи пациентам.
- С конца XX века и с каждым днём методы машинного обучения (англ. machine learning) активно внедряются в работу организаторов здравоохранения как один из способов создания диагностических и прогностических моделей в медико-биологических исследованиях [2].

Цель

Выявить статистически значимую закономерность влияния кадровых и основных показателей здравоохранения на заболеваемость ИСМП среди пациентов медицинских организаций различного профиля в субъектах РФ на основе практического применения 8 методов МО в двух обучающих выборках.

Задачи

- Сформировать базу данных, включающую: кадровые ресурсы, основные показатели, характеризующие систему здравоохранения и показатели заболеваемости ИСМП среди пациентов медицинских организаций различного профиля в субъектах РФ, в том числе показатель «Кумулятивная инцидентность зарегистрированных случаев ИСМП» за 2020 г.
- Оценить влияние кадровых ресурсов и основных показателей здравоохранения на заболеваемость некоторыми нозологическими группами ИСМП среди пациентов медицинских организаций различного профиля в субъектах РФ в 2020 г.

Материалы и методы

Отчёты Референс-центра по мониторингу за ИСМП Центрального НИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора, данные Федеральной службы государственной статистики по 85 субъектам РФ за 2020 г. и публикации по исследуемой тематике.

Проведен статистический и эпидемиологический анализ с применением программного обеспечения: Microsoft Excel и изучена возможность практического применения программного обеспечения: Data Master Azforus (DMA), с применением методов машинного обучения, в том числе, оригинальных методов (оптимально достоверных разбиений (ОДР) и статистически взвешенных синдромов (СВС).

Научная новизна

Получены новые научные данные, которые помогут экспертам и специалистам Минздрава, Росздравнадзора и Роспотребнадзора обратить внимание на необходимость изучения статистически значимых закономерностей в многопараметрической выборке показателей отчётности для усовершенствования системы эпидемиологического надзора методами машинного обучения.

Теоретическая и практическая значимость

В современных условиях, а именно при большом объеме отчётных данных, специалисты ежедневно проводят анализ показателей отчётности. В связи с этим, необходимо применение в практике программного обеспечения, облегчающего работу. В результате можно будет внедрить научно-обоснованные меры профилактики, которые позволят сократить длительность госпитализации пациентов и повысить качество оказания медицинской помощи пациентам, что в итоге облегчит работу медицинского персонала и повысит точность принятия клинических решений.

Результаты и обсуждение

Обучающая выборка включила 70 объектов и 34 показателя отчётности по изучаемой теме, которая была разделена на два класса субъектов РФ по целевому показателю «Кумулятивная инцидентность зарегистрированных случаев ИСМП среди пациентов в стационарах субъектов РФ в 2020 г. (на 1000 пролеченных в стационаре)» («Кумулятивная инцидентность случаев ИСМП в 2020 г.»). Границей деления на классы была взята 1. Первый класс: 50 объектов с низким показателем «Кумулятивная инцидентность случаев ИСМП в 2020 г.» – ниже 1. Второй класс: 20 объектов – выше 1.

Следует отметить, что 15 субъектов РФ (Республики Тыва, Северная Осетия-Алания, Чувашская, Карелия, Алтай; Чукотский авт. округ; Калужская, Челябинская, Пермская, Ульяновская, Оренбургская, Архангельская, Тамбовская и Воронежская области и Красноярский край) не участвовали в машинном обучении и были использованы в качестве прямого контроля на полученном решающем правиле: 8 из них полученным алгоритмом (9 значимых показателей) были отнесены к 1 классу – с низким значением показателя «Кумулятивная инцидентность случаев ИСМП в 2020 г.», а 7 были отнесены ко 2 классу – с высоким значением показателя «Кумулятивная инцидентность случаев ИСМП в 2020 г.». Данное распознавание можно считать прогнозом, который в дальнейшем должен быть взят для обоснованных мероприятий по переводу субъектов РФ, попавших во 2 класс, в 1 класс. На основе 9 показателей с поставленными границами разбиения каждому субъекту может быть создан план перехода в благоприятный класс.

Статистический анализ с применением U-критерия Манна-Уитни выявил значимые различия между классами по 8 показателям (первое число p<). Метод ОДР подтвердил значимость некоторых из них (второе число p<): «Заболеваемость инфекциями нижних дыхательных путей пациентов в стационарах субъектов РФ в 2020 г. (на 1000 пролеченных в стационаре)» – $p < 0,000249/0,0045$ (ОДР), «Инвестиции в основной капитал направленные на развитие здравоохранения по субъектам РФ в 2020 г. (миллионов руб.)» – $0,0132/нз$, «Общесредняя летальность по субъектам РФ в 2020 г. (%)» – $0,018/0,0285$, «Расходование консолидированного бюджета на здравоохранение по субъектам РФ в 2020 г. (миллионов рублей)» – $0,018/нз$, «Заболеваемость населения болезнями мочеполовой системы по субъектам РФ в 2020 г. (на 100 тыс. человек населения)» – $0,019/нз$, «Заболеваемость инфекциями области хирургического вмешательства среди пациентов в стационарах субъектов РФ в 2020 г. (на 1000 операций)» – $0,032/нз$, «Заболеваемость инфекциями кровотока среди пациентов в стационарах субъектов РФ в 2020 г. (на 1000 пролеченных в стационаре)» – $0,035/нз$, «Заболеваемость инфекциями мочевыводящих путей среди пациентов в стационарах субъектов РФ в 2020 г. (на 1000 пролеченных в стационаре)» – $0,05/0,0085$.

Для показателя «Распределение численности врачей санитарно-противоэпидемиологической группы и врачей по общей гигиене по субъектам РФ в 2020 г. (на 100 тыс. чел. населения)» («Распределение численности врачей СПГ и врачей по общей гигиене в 2020 г.») приведём иллюстрацию работы метода ОДР. На диаграмме рассеяния (Рис. 1) преобладают объекты с высоким уровнем показателя «Кумулятивной инцидентности случаев ИСМП в 2020 г.» – зелёные кружки – слева от границы, равные 6,98. С правой стороны от границы преобладают субъекты РФ с низким уровнем – «Кумулятивной инцидентности случаев ИСМП в 2020 г.» – красные крестики. Метод ОДР выявил дополнительно значимые показатели: «Летальные исходы среди пациентов с ИСМП в стационарах субъектов РФ в 2020 г.» – $p < 0,0255$, «Распределение численности врачей СПГ и врачей по общей гигиене в 2020 г.» – $p < 0,0395$. Для этого показателя приведём иллюстрацию работы метода ОДР. На одномерной диаграмме рассеяния (Рис. 1) преобладают объекты с высоким уровнем показателя «Кумулятивной инцидентности случаев ИСМП в 2020 г.» – зелёные кружки – слева от границы, равной 6,98. С правой стороны от границы преобладают субъекты РФ с низким уровнем показателя «Кумулятивной инцидентности случаев ИСМП в 2020 г.» – красные крестики.

Также, метод ОДР выявил 15 значимых закономерностей на двумерных разбиениях – с участием пар показателей. Самой значимой из них стала пара: «Расходование консолидированного бюджета на здравоохранение в 2020 г.» и «Летальные исходы среди пациентов с ИСМП в 2020 г.», $p < 0,0005$ для обоих показателей. На двумерной диаграмме рассеяния (Рис. 2) значения второго класса (с высоким показателем «Кумулятивной инцидентности случаев ИСМП в 2020 г.» – зелёные кружки) расположены в первом квадранте, где сочетаются низкие значения показателя «Расходование консолидированного бюджета на здравоохранение в 2020 г.» и высокие значения «Летальные исходы среди пациентов с ИСМП в 2020 г.» среди пациентов с ИСМП. В трёх других квадрантах преобладают значения первого класса – с низким уровнем показателя «Кумулятивной инцидентности случаев ИСМП в 2020 г.» (красные крестики). Данная закономерность подтверждает значимость взаимосвязи показателей: «Расходование консолидированного бюджета на здравоохранение в 2020 г.» и «Летальные исходы среди пациентов с ИСМП в 2020 г.». Три субъекта РФ из первого класса попали в первый квадрант: Кировская, Астраханская, Новгородская области. В связи с этим, можно предположить, что данные субъекты РФ имеют риск попасть в класс с высоким показателем «Кумулятивной инцидентности случаев ИСМП в 2020 г.». На рисунке 2 для лучшей наглядности три субъекта РФ не показаны на диаграмме из-за очень больших значений по оси X: Москва – 482397, Московская область – 143930, Санкт-Петербург – 130695.

На основе значимых одномерных и двумерных закономерностей был построен алгоритм распознавания, оформленный в программу «Прогноз». В него вошли 9 показателей. При распознавании методов СВС точность распознавания достигла величины ROC AUC = 0,96 (Рис. 3).

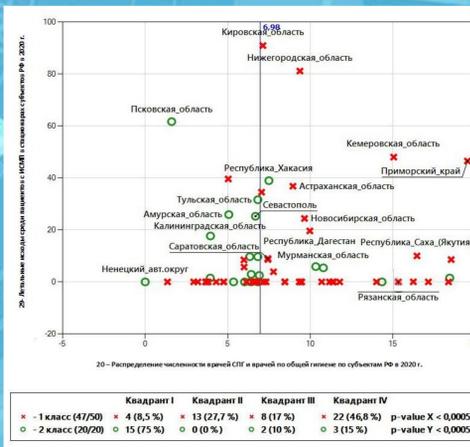


Рис. 1. Одномерная диаграмма рассеяния. Ось X – «Распределение численности врачей СПГ и врачей по общей гигиене в 2020 г.» (на 100 тыс. человек населения). Ось Y – «Летальные исходы среди пациентов с ИСМП в 2020 г.» (на 1000 пролеченных в стационаре). В первом квадранте – ниже границы разбиения – преобладает второй класс. Во втором квадранте преобладает первый класс.

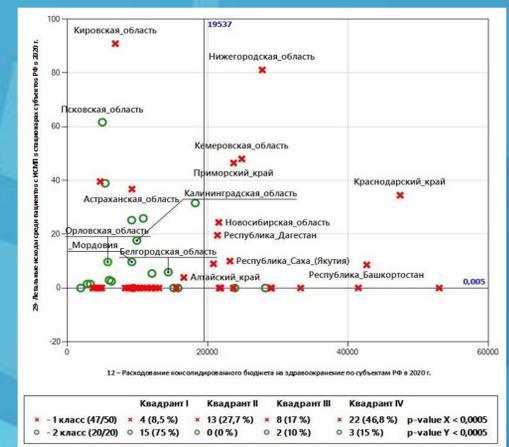


Рис. 2. Двумерная диаграмма рассеяния. Ось X – «Расходование консолидированного бюджета на здравоохранение в 2020 г.» (миллионы рублей). Ось Y – «Летальные исходы среди пациентов с ИСМП в 2020 г.» (на 1000 пролеченных в стационаре). В первом квадранте преобладает второй класс – низкие значения по X и высокие по Y. Во втором квадранте преобладает первый класс.

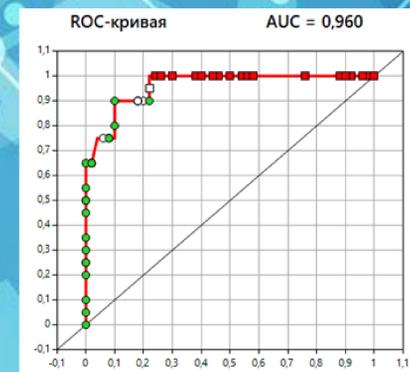


Рис. 3. Результат распознавания двух классов методом СВС.

Заключение

С помощью отечественных оригинальных методов машинного обучения (программного комплекса Data Master Azforus) представлена возможность глубокого анализа изучаемых показателей, в том числе с учётом попарного их взаимодействия.

Выявленный набор ключевых параметров с достоверными закономерностями, положенный в основу решающего правила, может быть рекомендован на уровне управлений Роспотребнадзора, Минздрава, Росздравнадзора при составлении индивидуальных программ проведения противоэпидемиологических мероприятий, а также при составлении базы клинических данных, позволяющей прогнозировать заболеваемость ИСМП и обеспечивать целевое финансирование мер профилактики ИСМП.

Список литературы

- Улумбекова Г.Э. Здравоохранение России. Что надо делать. Состояние и предложения: 2019-2024 гг. 3-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 416 с.
- Акимкин В.Г., Тутьянов А.В. Актуальные направления научных исследований в области инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, на современном этапе // Здоровье населения и среда обитания. 2018. – № 4 (301). – С. 46-47.

