

Развитие прогностических моделей эпидемий

Тихенко Дарья Евгеньевна

Студент (бакалавр)

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Философский факультет, Москва, Россия

E-mail: tich.d@yandex.ru

Математическая эпидемиология — это раздел эпидемиологии, который занимается математическим моделированием процессов распространения инфекционных заболеваний. Моделирование позволяет прогнозировать эпидемиологическую ситуацию, анализировать пространственное распространение заболеваний, разрабатывать программы контроля и искоренения заболеваний [1].

Начало использования математического аппарата в эпидемиологии положил Д.Бернулли в середине XVIII века с помощью оценивания эффективности профилактических прививок против натуральной оспы. После, известной публикацией стали статистические показатели смертности населения Англии от эпидемии натуральной оспы У.Фарра [2]. По существу, это было началом построения статических и графических подходов к прогнозированию и построению основанных на ней прогностических моделей. В 1889 г. Енько П.Л была им предложена альтернатива - аналитические подходы [2]. Известной является аналитическая модель SIR, предложенная в 1920-х годах Кермаком (Kermack) и МакКендриком (McKendrick), расширения которой используются и сейчас в моделировании [3]. С развитием научного метода стали применяться дифференциальные, интегродифференциальные и разностные уравнения [1, 3, 4, 5].

Середина 20 века - появление электронно-вычислительных машин, позволяющих работать с большим количеством данных. Большинство моделей этого периода имели стохастический характер и использовали теории вероятностей и случайных процессов. Сейчас, согласно [2], процесс абстрагирования от реальной практики применения теорий и построения математических моделей расширился.

Процесс моделирования можно разделить на несколько этапов, в которые входит работа с входными данными - накопление эмпирического материала (оценки внутренних параметров модели экспертами, экономико-демографический прогноз), математическая интерпретация модели, получение выходных данных модели.

Сложности при моделировании: влияние неопределенных, случайных факторов на работу модели, осуществление репрезентативность выборки определение ключевых факторов влияния распространения заболевания, игнорирование отсутствующих данных, так далее. Большой набор вводных параметров создает избыточность информации и уменьшает значимость важных факторов [4]. Для решения данной проблемы прибегают к статистической оценке, редукционизму [4].

Точность модели проверяется путем построения «матрицы путаницы» (confusion matrix) — таблицы производительности модели классификации на наборе тестовых данных, для которых известны истинные значения [4].

Сам подход к прогнозированию изменился - от эмпирического прогноза, основанного на наблюдаемой на статистике вероятностного предположения начали создаваться модели схожих, но не точных эпидемиологических заболеваний. Началось формализовываться наблюдение эпидемиологических процессов, создаваться их упрощенная имитационная модель, на основе дальнейшей работы которой строятся вероятностные расчёты. Учитывается схожесть модели с моделируемым процессом, поскольку она строится на допущениях [1].

Успехи прогностического моделирования имеют прикладное значение. В частности, результаты моделей используются как основа для построения плана по противодействию распространения эпидемий. Ежегодно строятся сотни моделей с целью улучшения результатов диагностики заболеваний и лечения. Создано огромное количество техник прогнозирования: классические аналитические модели, детерминированные, стохастические, сетевые и агентные современные имитационные модели [3]. Большое количество моделей разных типов свидетельствует о том, что эффективно задействовать несколько техник моделирования для получения более всестороннего результата.

Распространение инфекций в частности показывает процесс взаимодействия общественных объединений. Эпидемиологические модели используются в моделировании распространения информации, спровоцировали появление новых дисциплин («меметика»), также заимствуются в социально-гуманитарных исследованиях.

Источники и литература

- 1) О. А. Мельниченко, А. А. Романюха, Модель эпидемиологии туберкулеза. Анализ данных и оценка параметров, Матем. моделирование, 2008, том 20, номер 8, 107–128
- 2) Боев Б.В. Прогнозно-аналитические модели эпидемий (оценка последствий техногенных аварий и природных катастроф) : лекция / Б.В. Боев. — URL: <https://armscontrol.ru/course/lectures05a/bvb050324.pdf>.
- 3) Кондратьев М.А. Методы прогнозирования и модели распространения заболеваний // Компьютерные исследования и моделирование, 2013, т. 5, № 5, с. 863-882
- 4) Лучинин А.С. Прогностические модели в медицине. Клиническая онкогематология. 2023;16(1):27–36.
- 5) Балута В.И., Осипов В.П., Сивакова Т.В. Технология комплексного моделирования эпидемиологической обстановки // Научный сервис в сети Интернет: труды XXII Всероссийской научной конференции (21-25 сентября 2020 г., онлайн). — М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020. — С. 68-79. <https://doi.org/10.20948/abrau-2020-51> <https://keldysh.ru/abrau/2020/theses/51.pdf>