

ПНСТ 764-2022

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Безопасность в чрезвычайных ситуациях

БЕЗОПАСНЫЙ ГОРОД. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ МАССОВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЛЮДЕЙ

Общие требования

Safety in emergencies. Safe city. Forecasting the impact of mass human diseases. General requirements

ОКС 13.200

Срок действия с 2023-07-01
до 2026-07-01

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Обществом с ограниченной ответственностью "Национальный Центр Информатизации" (ООО "НЦИ")

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 071 "Гражданская оборона, предупреждение и ликвидация чрезвычайных ситуаций"

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2022 г. N 135-пнст

Правила применения настоящего стандарта и проведения его мониторинга установлены в ГОСТ Р 1.16-2011 (разделы 5 и 6).

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии собирает сведения о практическом применении настоящего стандарта. Данные сведения, а также замечания и предложения по содержанию стандарта можно направить не позднее чем за 4 мес до истечения срока его действия разработчику настоящего стандарта по адресу: info@ncinform.ru и/или в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии по адресу: 123112 Москва, Пресненская набережная, д.10, стр.2.

В случае отмены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в ежемесячном информационном указателе "Национальные стандарты" и также будет размещена на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (www.rst.gov.ru)

1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает общие требования к организации и порядку прогнозирования состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в период распространения эпидемий респираторных вирусных заболеваний (ЭРВЗ) на контролируемой территории (КТ) с использованием прогнозной аналитической модели (ПAM) в составе аппаратно-программного комплекса "Безопасный город" (АПК "Безопасный город"), в качестве математической основы моделирования которой используются байесовские классификаторы.

Стандарт не содержит указаний по применению конкретных байесовских классификаторов.

Стандарт не распространяется на ПAM, использующие для прогнозирования состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в период распространения ЭРВЗ на КТ другие

математические методы.

1.2 Положения настоящего стандарта предназначены для использования федеральными органами исполнительной власти, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, научно-исследовательскими и другими организациями, участвующими в проектировании, разработке, внедрении в промышленную эксплуатацию и эксплуатации АПК "Безопасный город".

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 22.0.004* Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения

* Вероятно, ошибка оригинала. Следует читать: ГОСТ Р 22.0.04. - Примечание изготовителя базы данных.

ГОСТ Р 22.1.02 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения

ГОСТ Р 22.7.01 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Единая дежурно-диспетчерская служба. Основные положения

ПНСТ 761-2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Термины и определения

ПНСТ 762-2022 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Безопасный город. Типовая прогнозная аналитическая модель с использованием метода Байеса. Общие требования

Примечание - При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ Р 22.0.04, ГОСТ Р 22.1.02, ГОСТ Р 22.7.01, ПНСТ 761-2022, ПНСТ 762-2022.

4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АПК "Безопасный город" - аппаратно-программный комплекс "Безопасный город";

РВЗ - респираторное вирусное заболевание;

КТ - контролируемая территория;

МКП - модель краткосрочного прогнозирования ПАМ-ЭРВЗ;

МСП - модель среднесрочного прогнозирования ПАМ-ЭРВЗ;

НП - населенный пункт;

НТ - наблюдаемая территория;

ПАМ - прогнозная аналитическая модель;

ПАМ-ЭРВЗ - прогнозная аналитическая модель "Вирусная эпидемия (пандемия)";

ЭРВЗ - эпидемия респираторных вирусных заболеваний.

5 Основные положения

5.1 Прогнозирование состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в период распространения ЭРВЗ на КТ в АПК "Безопасный город" осуществляется с использованием ПАМ-ЭРВЗ.

5.2 Настоящий стандарт содержит описание процессов формирования априорной информации для прогнозирования состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в период распространения ЭРВЗ на КТ и обработки данной информации.

5.3 ПАМ-ЭРВЗ должна соответствовать ПНСТ 762-2022.

5.4 ПАМ-ЭРВЗ предназначена для автоматизации деятельности должностных лиц единой дежурно-диспетчерской службы.

5.5 Пользователями ПАМ-ЭРВЗ могут быть также органы, осуществляющие руководство и управление мероприятиями в сфере оказания медицинской помощи федерального, регионального, муниципального и объектового уровней и имеющие доступ к АПК "Безопасный город".

5.6 Прогнозирование с использованием ПАМ-ЭРВЗ осуществляется с целью повышения эффективности принимаемых управленческих решений по обеспечению ресурсами системы оказания медицинской помощи.

5.7 ПАМ-ЭРВЗ должна включать следующие базовые модели:

- МКП - предназначена для вероятностной оценки состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории муниципального района и городского округа в период распространения ЭРВЗ через каждые сутки в течение ближайших 10 дней;

- МСП - предназначена для вероятностной оценки состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи и оценки уровня смертности на территории муниципального района и городского округа в период распространения ЭРВЗ через месяц от начала прогнозирования.

5.8 В общем случае процесс разработки и применения ПАМ-ЭРВЗ включает следующие этапы:

- обучение ПАМ-ЭРВЗ;

- опытная эксплуатация ПАМ-ЭРВЗ на тестовых данных;

- промышленная эксплуатация ПАМ-ЭРВЗ на реальных данных.

6 Обучение ПАМ-ЭРВЗ

6.1 Основными мероприятиями, осуществляемыми в процессе обучения ПАМ-ЭРВЗ, являются:

- сбор статистики не менее чем по одной эпидемии (пандемии) за период всего распространения РВЗ на наблюдаемых территориях Российской Федерации;

- обработка собранных данных для формирования обучающего множества ПАМ-ЭРВЗ;

- сборка обработанных данных ПАМ-ЭРВЗ в обучающие примеры;

- обработка обучающих примеров с применением байесовского классификатора.

6.2 В настоящем стандарте устанавливаются основные входные данные для формирования базового обучающего множества ПАМ-ЭРВЗ. Указанные входные данные могут быть дополнены и/или уточнены с учетом особенностей конкретных КТ.

6.3 Сбор статистики не менее чем по одной эпидемии (пандемии) за период всего распространения РВЗ на наблюдаемых территориях Российской Федерации

6.3.1 Для сбора входных данных необходимо предварительно определить состав НП, результаты наблюдения за которыми будут использоваться в ПАМ-ЭРВЗ - НТ. В состав НТ следует включать КТ. Формирование базового обучающего множества ПАМ-ЭРВЗ допускается также на основе наблюдений только за КТ.

6.3.2 Основными входными данными для формирования базового обучающего множества ПАМ-ЭРВЗ в отношении НТ являются следующие группы параметров:

- входные данные, характеризующие НП;
- входные данные, характеризующие социально-экономические показатели НП;
- входные данные, характеризующие состав и численность населения НП;
- входные данные, характеризующие демографические показатели НП;
- входные данные, характеризующие симптомы и протекание РВЗ;
- входные данные, характеризующие уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП;
- входные данные, характеризующие эпидемиологическую обстановку в НП (при развитии ЭРВЗ);
- результаты прогнозирования и моделирования распространения ЭРВЗ в НП.

6.3.3 В качестве начала наблюдения на этапе обучения ПАМ-ЭРВЗ в МКП и МСП следует принимать дату наблюдения состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории муниципального района и городского округа в период распространения ЭРВЗ.

6.3.4 Характеристика НП

6.3.4.1 Входные данные, характеризующие НП, следует подготавливать:

- для МКП - по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения;
- для МСП - по состоянию за месяц до даты наблюдения.

6.3.4.2 Входными данными, характеризующими НП, являются:

- а) сведения об административном территориальном образовании НП, определяются по таблице А.1;
- б) площадь НП, м²;
- в) плотность населения в НП, чел./км²;
- г) плотность застройки территории НП, определяется по таблице А.2;
- д) количество жилых зданий в НП, ед.;
- е) количество административных зданий в НП, ед.;
- ж) количество производственных зданий в НП, ед.;
- и) количество объектов инфраструктуры в НП, ед.;
- к) плотность автомобильных дорог, км/1000 км²;

л) плотность железнодорожной сети, км/1000 км²;

м) авиационная подвижность населения, полетов, 1 чел./год.

6.3.5 Характеристика социально-экономических показателей НП

6.3.5.1 Входные данные, характеризующие социально-экономические показатели НП, следует подготавливать:

- для МКП - по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения;

- для МСП - по состоянию за месяц до даты наблюдения.

6.3.5.2 Входными данными, характеризующими социально-экономические показатели НП, являются:

а) численность экономически активного населения, чел.;

б) уровень занятых трудовой деятельностью, %;

в) потребительские расходы в среднем на душу населения, руб./мес;

г) среднемесячная номинальная начисленная заработная плата, руб./мес;

д) уровень безработицы, %;

е) уровень занятости населения в трудоспособном возрасте, %;

ж) среднедушевые денежные доходы населения в месяц, руб./мес;

и) покупательная способность денежных доходов населения, кг/мес;

к) численность населения, имеющего среднедушевые денежные доходы ниже величины прожиточного минимума и дефицит денежного дохода, чел.

6.3.6 Характеристика состава и численности населения НП

6.3.6.1 Входные данные, характеризующие состав и численность населения в НП, следует подготавливать:

- для МКП - по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения;

- для МСП - по состоянию за месяц до даты наблюдения.

6.3.6.2 Входными данными, характеризующими состав и численность населения в НП, являются:

а) состав численности населения по возрастным группам:

- возраст 0-14 лет, чел.;

- возраст 15-19 лет, чел.;

- возраст 20-24 года, чел.;

- возраст 25-29 лет, чел.;

- возраст 30-34 года, чел.;

- возраст 35-39 лет, чел.;

- возраст 40-44 года, чел.;

- возраст 45-49 лет, чел.;

- возраст 50-54 года, чел.;

- возраст 55-59 лет, чел.;

- возраст 60-64 года, чел.;

- возраст 65-69 лет, чел.;
- возраст 70-74 года, чел.;
- возраст 75-79 лет, чел.;
- возраст 80-84 года, чел.;
- возраст 85-89 лет, чел.;
- возраст 90-94 года, чел.;
- возраст 95-99 лет, чел.;
- возраст 100 лет и более, чел.;

б) пассажиропоток по всем видам транспорта, млн пассажиро-километров.

6.3.7 Характеристика демографических показателей НП

6.3.7.1 В качестве входных данных, характеризующих демографические показатели НП, следует использовать среднемесячные значения параметров, указанных в перечислениях а-е) подпункта 6.3.7.2, в условиях отсутствия ЭРВЗ на НП.

6.3.7.2 Входными данными, характеризующими демографические показатели НП, являются:

- а) коэффициент рождаемости, ед. на 1000 чел.;
- б) показатель смертности по причине болезней органов дыхания, ед. на 1000 чел.;
- в) показатель смертности по причине болезней системы кровообращения, ед. на 1000 чел.;
- г) показатель смертности по причине новообразований, ед. на 1000 чел.;
- д) естественный прирост (убыль) населения в НП, ‰;
- е) миграционный прирост (убыль) населения в НП, ‰.

6.3.8 Характеристика симптомов и протекания РВЗ

Входными данными, характеризующими симптомы и протекание РВЗ, являются:

- а) тип РВЗ, определяют по таблице А.4 приложения А;
- б) базовое репродуктивное число;
- в) продолжительность инкубационного периода, дней;
- г) длительность протекания заболевания при легкой форме, дней;
- д) длительность протекания заболевания при средней форме, дней;
- е) длительность протекания заболевания при тяжелой форме, дней;
- ж) показатель вирулентности РВЗ, определяют по таблице А.4 приложения А;
- и) индекс контагиозности РВЗ;
- к) группа патогенности РВЗ, определяют по таблице А.5 приложения А.

6.3.9 Характеристика уровня обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП

6.3.9.1 Входные данные, характеризующие уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП, следует подготавливать:

- для МКП - по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения;

- для МСП - по состоянию за месяц до даты наблюдения.

6.3.9.2 Входными данными, характеризующими уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП, являются:

- а) количество медицинских учреждений с инфекционными отделениями, ед.;
- б) количество ОРИИТ, выделенных под инфицированных в медицинских учреждениях, ед.;
- в) количество коек для госпитализированных инфекционных больных, ед.;
- г) количество кислородных концентраторов, ед.;
- д) количество коек в ОРИИТ, ед.;
- е) количество аппаратов ИВЛ (или аналогичных аппаратов), ед.;
- ж) количество бригад скорой помощи, обслуживающих НП, ед.;
- и) показатель обеспеченности медицинских учреждений старшим медицинским персоналом, чел. на койку;
- к) показатель обеспеченности медицинских учреждений средним медицинским персоналом, чел. на койку.

6.3.10 Характеристика эпидемиологической обстановки в НП (при развитии ЭРВЗ)

6.3.10.1 Входные данные, характеризующие эпидемиологическую обстановку в НП, следует подготавливать:

- для МКП - по состоянию на каждые сутки в течение периода: начало периода - дата наблюдения; окончание периода - 10-е сутки до начала периода;

- для МСП - по состоянию на дату наблюдения, а также по состоянию за месяц до даты наблюдения.

6.3.10.2 Входными данными, характеризующими эпидемиологическую обстановку в НП (при развитии ЭРВЗ), являются:

- а) дата наблюдения;
- б) тип РВЗ, определяют по таблице А.3 приложения А;
- в) численность населения, прошедшего тестирование на выявление РВЗ, чел.;
- г) численность полностью вакцинированных от РВЗ, чел.;
- д) численность ревакцинированных от РВЗ, чел.;
- е) общая численность зараженных, чел.;
- ж) общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.;
- и) общая численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения, чел.;
- к) общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам), чел.;
- л) общая численность госпитализированных инфекционных больных в ОРИИТ, чел.;
- м) общая численность выздоровевших от РВЗ с начала ЭРВЗ, чел.;
- н) общая численность умерших от РВЗ с начала ЭРВЗ, чел.;
- п) численность умерших по причине болезней органов дыхания за месяц, чел.;
- р) численность умерших по причине болезней системы кровообращения за месяц, чел.;
- с) численность умерших по причине новообразований за месяц, чел.;

т) индекс самоизоляции населения;

у) перечень введенных ограничительных мер в НП от РВЗ, определяют по таблице А.6;

ф) период действия ограничительных мер, дней.

6.3.11 Результаты прогнозирования и моделирования распространения ЭРВЗ в НП

6.3.11.1 Входные данные, характеризующие прогноз распространения ЭРВЗ в НП, следует определять с использованием применяемых в практике апробированных методик и моделей.

Краткая характеристика отдельных моделей приведена в приложении Г.

6.3.11.2 Входные данные, характеризующие прогноз распространения ЭРВЗ в НП, следует подготавливать:

- для МКП - по состоянию на каждые сутки в течение периода: начало периода - дата наблюдения; окончание периода - 9-е сутки до начала периода;

- для МСП - по состоянию на дату наблюдения.

6.3.11.3 Входными данными, характеризующими прогноз распространения ЭРВЗ в НП, являются:

а) расчетная общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.;

б) расчетная общая численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения, чел.;

в) расчетная общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам), чел.

6.4 Обработка собранных данных для формирования обучающего множества ПАМ-ЭРВЗ

6.4.1 На базе сформированных изначально не обработанных входных данных подготавливаются необходимые наборы данных для обучающего множества ПАМ-ЭРВЗ.

Для формирования обучающего множества указанные наборы данных подлежат обработке, после чего на базе уже обработанных данных осуществляется сборка обучающих примеров модели.

Обработка заключается в группировке входных данных с использованием справочников ПАМ-ЭРВЗ и методов статистической обработки, а также в подготовке расчетных параметров и параметров (ответов) гипотез модели.

В результате обработки каждый параметр обучающего примера должен быть приведен к бинарному или дискретному виду. Параметры, изначально имеющие бинарный или дискретный вид, обработке не подлежат.

6.4.2 Отдельные входные данные используются для сборки обучающих примеров, определения расчетных параметров, а также параметров (ответов) гипотез и могут не подлежать обработке, в том числе байесовским классификатором.

6.4.3 Обработка входных данных, характеризующих НП

Значения параметров, указанных в 6.3.4.2:

- в перечислениях а), г), обработке не подлежат, так как значения данных параметров имеют дискретный вид;

- в перечислениях б), в), д)-м), подлежат обработке путем группировки согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б.

6.4.4 Обработка входных данных, характеризующих социально-экономические показатели НП

Значения параметров, указанных в перечислениях а)-к) подпункта 6.3.5.2, подлежат обработке путем группировки согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б.

6.4.5 Обработка входных данных, характеризующих состав и численность населения НП

Значения параметров, указанных в перечислениях а), б) подпункта 6.3.6.2, подлежат обработке путем группировки согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б.

6.4.6 Обработка входных данных, характеризующих демографические показатели НП

Значения параметров, указанных в перечислениях а)-е) подпункта 6.3.7.2, подлежат обработке путем группировки согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б.

6.4.7 Обработка входных данных, характеризующих симптомы и протекание РВЗ

Значения параметров, указанных в пункте 6.3.8:

- в перечислениях а), ж), к), обработке не подлежат, так как значения данных параметров имеют дискретный вид;
- в перечислении б), подлежат обработке методом статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.7;
- в перечислении в), подлежат обработке методом статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.8;
- в перечислениях г)-е), подлежат обработке методом статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.9;
- в перечислении и), подлежат обработке методом статистической группировки согласно справочнику, приведенному в таблице А.10.

6.4.8 Обработка входных данных, характеризующих уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП

Значения параметров, указанных в подпункте 6.3.9.2:

- в перечислениях а), б), ж), подлежат обработке путем группировки согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б;
- в перечислении в), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных;
- в перечислении г), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности кислородными концентраторами;
- в перечислении д), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии;
- в перечислении е), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами);
- в перечислении и), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом;
- в перечислении к), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом.

Порядок определения вышеуказанных показателей обеспеченности приведен в приложении В.

6.4.9 Обработка входных данных, характеризующих эпидемиологическую обстановку в НП (при развитии ЭРВЗ)

6.4.9.1 Значения параметров, указанных в подпункте 6.3.10.2:

- в перечислении а), б), обработке не подлежат, так как значения данных параметров предназначены для сборки входных данных в обучающие примеры модели;

- в перечислении у), обработке не подлежат, так как значения данного параметра имеют дискретный вид;
- в перечислениях в)-н), т), ф), подлежат обработке путем группировки согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса, приведенной в приложении Б;
- в перечислении п), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя смертности по причине болезней органов дыхания;
- в перечислении р), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя смертности по причине болезней системы кровообращения;
- в перечислении с), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя смертности по причине новообразований.

6.4.9.2 Значения параметров, указанных в подпункте 6.3.10.2, также используются:

- в перечислении ж), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных;
- в перечислении и), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности кислородными концентраторами;
- в перечислении к), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами);
- в перечислении л), обработке не подлежат, так как значения данного параметра используются для определения показателя обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии.

Порядок определения вышеуказанных показателей обеспеченности приведен в приложении В.

6.4.10 Обработка результатов прогнозирования и моделирования распространения ЭРВЗ в НП

Входные данные, характеризующие прогноз распространения ЭРВЗ в НП, обработке не подлежат, так как значения соответствующих параметров используются для определения расчетных показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи, а именно:

- расчетного показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных;
- расчетного показателя обеспеченности кислородными концентраторами;
- расчетного показателя обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии;
- расчетного показателя обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами);
- расчетного показателя обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом;
- расчетного показателя обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом.

Порядок определения расчетных показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи приведен в приложении В.

После определения расчетных значений показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи данные значения должны быть переведены в дискретный вид путем их группировки согласно справочникам, сформированным с использованием формулы Стерджесса (приложение Б).

6.5 Сборка обработанных данных ПАМ-ЭРВЗ в обучающий пример

6.5.1 Общие требования к базовому обучающему множеству ПАМ-ЭРВЗ

6.5.1.1 В результате сбора и последующей обработки входных данных должно быть подготовлено базовое обучающее множество, представляющее собой наборы данных, предназначенных для обработки с применением байесовского классификатора, упорядоченных по дате (и времени) наблюдений в табличной форме: по вертикали - в столбцы (поля); по горизонтали - в строки (записи).

Каждая запись является обучающим примером.

Таким образом совокупность обучающих примеров является обучающим множеством.

6.5.1.2 Состав обучающего множества МКП ПАМ-ЭРВЗ

Необходимые наборы данных и параметры, входящие в состав каждого обучающего примера МКП ПАМ-ЭРВЗ, предназначенные для обработки байесовским классификатором, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Структура обучающих примеров МКП ПАМ-ЭРВЗ

Позиция	Наименование параметра
1 Характеристика НП по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения	
1.1	Сведения об административном территориальном образовании НП
1.2	Площадь НП
1.3	Плотность населения в НП
1.4	Плотность застройки территории НП
1.5	Количество жилых зданий
1.6	Количество административных зданий
1.7	Количество производственных зданий
1.8	Количество объектов инфраструктуры
1.9	Плотность автомобильных дорог
1.10	Плотность железнодорожной сети
1.11	Авиационная подвижность населения, полетов
2 Характеристика социально-экономических показателей НП по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения	
2.1	Численность экономически активного населения
2.2	Уровень занятых трудовой деятельностью
2.3	Потребительские расходы в среднем на душу населения в месяц
2.4	Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата в месяц
2.5	Уровень безработицы
2.6	Уровень занятости населения в трудоспособном возрасте
2.7	Среднедушевые денежные доходы населения в месяц
2.8	Покупательная способность денежных доходов населения в месяц
2.9	Численность населения, имеющего среднедушевые денежные доходы ниже величины прожиточного минимума и дефицит денежного дохода
3 Характеристика состава и численности населения НП по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения	
Состав численности населения по возрастным группам	
3.1	Возраст 0-14 лет
3.2	Возраст 15-19 лет
3.3	Возраст 20-24 года
3.4	Возраст 25-29 лет
3.5	Возраст 30-34 года
3.6	Возраст 35-39 лет
3.7	Возраст 40-44 года
3.8	Возраст 45-49 лет
3.9	Возраст 50-54 года
3.10	Возраст 55-59 лет
3.11	Возраст 60-64 года
3.12	Возраст 65-69 лет
3.13	Возраст 70-74 года
3.14	Возраст 75-79 лет
3.15	Возраст 80-84 года

3.16	Возраст 85-89 лет
3.17	Возраст 90-94 года
3.18	Возраст 95-99 лет
3.19	Возраст 100 лет и более
3.20	Пассажиропоток по всем видам транспорта
4 Характеристика демографических показателей НП, среднемесячные значения в период отсутствия ЭРВЗ	
4.1	Коэффициент рождаемости
4.2	Показатель смертности по причине болезней органов дыхания
4.3	Показатель смертности по причине болезней системы кровообращения
4.4	Показатель смертности по причине новообразований
4.5	Естественный прирост (убыль) населения в НП
4.6	Миграционный прирост (убыль) населения в НП
5 Характеристика симптомов и протекания заболевания	
5.1	Тип РВЗ
5.2	Базовое репродуктивное число
5.3	Продолжительность инкубационного периода
5.4	Длительность протекания заболевания при легкой форме
5.5	Длительность протекания заболевания при средней форме
5.6	Длительность протекания заболевания при тяжелой форме
5.7	Показатель вирулентности РВЗ
5.8	Индекс контагиозности РВЗ
5.9	Группа патогенности РВЗ
6 Характеристика уровня обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения	
6.1	Количество медицинских учреждений с инфекционными отделениями
6.2	Количество ОРИИТ, выделенных под инфицированных в медицинских учреждениях
6.3	Количество бригад скорой помощи, обслуживающих НП
7 Характеристика эпидемиологической обстановки в НП (при развитии ЭРВЗ) по состоянию на 10-е сутки до даты наблюдения	
7.1	Численность населения, прошедшего тестирование на выявление РВЗ
7.2	Численность полностью вакцинированных от РВЗ
7.3	Численность ревакцинированных от РВЗ
7.4	Общая численность зараженных
7.5	Общая численность госпитализированных инфекционных больных
7.6	Общая численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения
7.7	Общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам)
7.8	Общая численность госпитализированных инфекционных больных в ОРИИТ
7.9	Общая численность выздоровевших от РВЗ с начала ЭРВЗ
7.10	Общая численность умерших от РВЗ с начала ЭРВЗ
7.11	Индекс самоизоляции населения
7.12	Перечень введенных ограничительных мер в НП от РВЗ
7.13	Период действия ограничительных мер
8 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи	

8.1 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи по состоянию на дату наблюдения	
8.1.1	Расчетный показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных
8.1.2	Расчетный показатель обеспеченности кислородными концентраторами
8.1.3	Расчетный показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии
8.1.4	Расчетный показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами)
8.1.5	Расчетный показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом
8.1.6	Расчетный показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом
8.2 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 1-е сутки до даты наблюдения	
8.3 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 2-е сутки до даты наблюдения	
8.4 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 3-е сутки до даты наблюдения	
8.5 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 4-е сутки до даты наблюдения	
8.6 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 5-е сутки до даты наблюдения	
8.7 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 6-е сутки до даты наблюдения	
8.8 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 7-е сутки до даты наблюдения	
8.9 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 8-е сутки до даты наблюдения	
8.10 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи (в соответствии с 8.1.1-8.1.6) по состоянию на 9-е сутки до даты наблюдения	
9 Параметры (ответы) гипотез	
9.1 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения	
9.1.1	Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных от его расчетного значения
9.1.2	Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности кислородными концентраторами от его расчетного значения
9.1.3	Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии от его расчетного значения

9.1.4	Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности аппаратами инвазивной вентиляции легких (или аналогичными аппаратами) от его расчетного значения
9.1.5	Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом от его расчетного значения
9.1.6	Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом от его расчетного значения
9.2 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 1-е сутки до даты наблюдения	
9.3 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 2-е сутки до даты наблюдения	
9.4 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 3-е сутки до даты наблюдения	
9.5 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 4-е сутки до даты наблюдения	
9.6 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 5-е сутки до даты наблюдения	
9.7 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 6-е сутки до даты наблюдения	
9.8 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 7-е сутки до даты наблюдения	
9.9 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 8-е сутки до даты наблюдения	
9.10 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ (в соответствии с 9.1.1-9.1.6) по состоянию на 9-е сутки до даты наблюдения	

6.5.1.3 Состав обучающего множества МСП ПАМ-ЭРВЗ

Необходимые наборы данных и параметры, входящие в состав каждого обучающего примера МСП ПАМ-ЭРВЗ, предназначенные для обработки байесовским классификатором, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Структура обучающих примеров МСП ПАМ-ЭРВЗ

Наименование параметра

1 Характеристика НП по состоянию за месяц до даты наблюдения
1.1 Сведения об административном территориальном образовании НП
1.2 Площадь НП
1.3 Плотность населения в НП
1.4 Плотность застройки территории НП
1.5 Количество жилых зданий
1.6 Количество административных зданий
1.7 Количество производственных зданий
1.8 Количество объектов инфраструктуры
1.9 Плотность автомобильных дорог
1.10 Плотность железнодорожной сети
1.11 Авиационная подвижность населения, полетов
2 Характеристика социально-экономических показателей НП по состоянию за месяц до даты наблюдения
2.1 Численность экономически активного населения
2.2 Уровень занятых трудовой деятельностью
2.3 Потребительские расходы в среднем на душу населения в месяц
2.4 Среднемесячная номинальная начисленная заработная плата в месяц
2.5 Уровень безработицы
2.6 Уровень занятости населения в трудоспособном возрасте
2.7 Среднедушевые денежные доходы населения в месяц
2.8 Покупательная способность денежных доходов населения в месяц
2.9 Численность населения, имеющего среднедушевые денежные доходы ниже величины прожиточного минимума и дефицит денежного дохода
3 Характеристика состава и численности населения НП по состоянию за месяц до даты наблюдения Состав численности населения по возрастным группам
3.1 Возраст 0-14 лет
3.2 Возраст 15-19 лет
3.3 Возраст 20-24 года
3.4 Возраст 25-29 лет
3.5 Возраст 30-34 года
3.6 Возраст 35-39 лет
3.7 Возраст 40-44 года
3.8 Возраст 45-49 лет
3.9 Возраст 50-54 года
3.10 Возраст 55-59 лет
3.11 Возраст 60-64 года
3.12 Возраст 65-69 лет
3.13 Возраст 70-74 года
3.14 Возраст 75-79 лет
3.15 Возраст 80-84 года
3.16 Возраст 85-89 лет
3.17 Возраст 90-94 года
3.18 Возраст 95-99 лет
3.19 Возраст 100 лет и более
3.20 Пассажиропоток по всем видам транспорта
4 Характеристика демографических показателей НП, среднемесячные значения в период отсутствия ЭРВЗ
4.1 Коэффициент рождаемости
4.2 Показатель смертности по причине болезней органов дыхания
4.3 Показатель смертности по причине болезней системы кровообращения
4.4 Показатель смертности по причине новообразований

4.5 Естественный прирост (убыль) населения в НП
4.6 Миграционный прирост (убыль) населения в НП
5 Характеристика симптомов и протекания заболевания
5.1 Тип РВЗ
5.2 Базовое репродуктивное число
5.3 Продолжительность инкубационного периода
5.4 Длительность протекания заболевания при легкой форме
5.5 Длительность протекания заболевания при средней форме
5.6 Длительность протекания заболевания при тяжелой форме
5.7 Показатель вирулентности РВЗ
5.8 Индекс контагиозности РВЗ
5.9 Группа патогенности РВЗ
6 Характеристика уровня обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП по состоянию за месяц до даты наблюдения
6.1 Количество медицинских учреждений с инфекционными отделениями
6.2 Количество ОРИИТ, выделенных под инфицированных в медицинских учреждениях
6.3 Количество бригад скорой помощи, обслуживающих НП
7 Характеристика эпидемиологической обстановки в НП (при развитии ЭРВЗ) по состоянию за месяц до даты наблюдения
7.1 Численность населения, прошедшего тестирование на выявление РВЗ
7.2 Численность полностью вакцинированных от РВЗ
7.3 Численность ревакцинированных от РВЗ
7.4 Общая численность зараженных
7.5 Общая численность госпитализированных инфекционных больных
7.6 Общая численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения
7.7 Общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам)
7.8 Общая численность госпитализированных инфекционных больных в ОРИИТ
7.9 Общая численность выздоровевших от РВЗ с начала ЭРВЗ
7.10 Общая численность умерших от РВЗ с начала ЭРВЗ
7.11 Индекс самоизоляции населения
7.12 Перечень введенных ограничительных мер в НП от РВЗ
7.13 Период действия ограничительных мер
8 Расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи по состоянию на дату наблюдения
8.1 Расчетный показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных
8.2 Расчетный показатель обеспеченности кислородными концентраторами
8.3 Расчетный показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии
8.4 Расчетный показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами)
8.5 Расчетный показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом
8.6 Расчетный показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом
9 Параметры (ответы) гипотез
9.1 Гипотезы для прогнозирования показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения

9.1.1 Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных от его расчетного значения
9.1.2 Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности кислородными концентраторами от его расчетного значения
9.1.3 Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии от его расчетного значения
9.1.4 Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности аппаратами инвазивной вентиляции легких (или аналогичными аппаратами) от его расчетного значения
9.1.5 Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом от его расчетного значения
9.1.6 Параметры (ответы) гипотез 1-39, указанных в таблице 3, для оценки отклонения фактического показателя обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом от его расчетного значения
9.2 Гипотезы для прогнозирования динамики общего показателя смертности в период распространения ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения
9.2.1 Параметр (ответ) гипотезы 1, указанной в таблице 4
9.2.2 Параметр (ответ) гипотезы 2, указанной в таблице 4
9.2.3 Параметр (ответ) гипотезы 3, указанной в таблице 4

6.5.1.4 Обработка обучающих примеров с применением байесовского классификатора при обучении ПАМ-ЭРВЗ

На этапе предварительного обучения ПАМ-ЭРВЗ должны быть подготовлены наборы данных, необходимые для сборки обучающего множества МКП и МСП, в объеме, обеспечивающем функциональные возможности ПАМ-ЭРВЗ (не менее 20 обучающих примеров для каждой модели). В процессе опытной эксплуатации данное обучающее множество подлежит актуализации и наращиванию на базе достоверных данных для обеспечения качества прогнозов.

По мере накопления необходимого объема достоверных входных данных ПАМ-ЭРВЗ подлежит переобучению и/или дообучению.

7 Выбор байесовского классификатора, описание и подготовка гипотез

7.1 При выборе байесовского классификатора необходимо учитывать, что алгоритм классификации должен быть оптимизирован для обработки большого объема входных и выходных данных.

Вновь разрабатываемые методы байесовского анализа перед применением в ПАМ-ЭРВЗ должны пройти процедуру подтверждения их достоверности.

7.2 Формирование гипотез и соответствующих им параметров (ответов)

7.2.1 Вероятностной оценке - статистической обработке данных с использованием выбранного байесовского классификатора подлежат гипотезы моделей ПАМ-ЭРВЗ.

7.2.2 Гипотезы ПАМ-ЭРВЗ должны отражать данные о состоянии оцениваемых событий на момент наблюдения, подлежащих в дальнейшем оценке с применением байесовского классификатора. Состояния оцениваемых событий (параметры (ответы) гипотез) на этапе обучения должны быть бинарными, с заранее заданными ответами.

7.2.3 Гипотезы МКП

7.2.3.1 В МКП вероятностной оценке с использованием байесовского классификатора подлежат гипотезы, приведенные в таблице 3.

7.2.3.2 В качестве анализируемых параметров, указанных в таблице 3, оценке подлежат следующие параметры:

- а) показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных;
- б) показатель обеспеченности кислородными концентраторами;
- в) показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии;
- г) показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами);
- д) показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом;
- е) показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом.

Таблица 3 - Перечень гипотез МКП, подлежащих проверке для каждого параметра

Номер гипотезы	Содержание гипотезы
1	Фактическое значение параметра соответствовало (будет соответствовать) его расчетному значению
2	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 5% в меньшую сторону
3	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 10% в меньшую сторону
4	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 15% в меньшую сторону
5	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 20% в меньшую сторону
6	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 25% в меньшую сторону
7	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 30% в меньшую сторону
8	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 35% в меньшую сторону
9	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 40% в меньшую сторону
10	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 45% в меньшую сторону
11	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 50% в меньшую сторону
12	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 55% в меньшую сторону
13	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 60% в меньшую сторону
14	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 65% в меньшую сторону
15	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 70% в меньшую сторону
16	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 75% в меньшую сторону
17	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 80% в меньшую сторону
18	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 85% в меньшую сторону
19	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 90% в меньшую сторону

20	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 95% в меньшую сторону
21	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 5% в большую сторону
22	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 10% в большую сторону
23	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 15% в большую сторону
24	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 20% в большую сторону
25	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 25% в большую сторону
26	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 30% в большую сторону
27	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 35% в большую сторону
28	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 40% в большую сторону
29	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 45% в большую сторону
30	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 50% в большую сторону
31	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 55% в большую сторону
32	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 60% в большую сторону
33	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 65% в большую сторону
34	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 70% в большую сторону
35	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 75% в большую сторону
36	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 80% в большую сторону
37	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 85% в большую сторону
38	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 90% в большую сторону
39	Отклонение фактического значения параметра от его расчетного значения составило (составит) 95% в большую сторону
Примечание - Содержание каждой гипотезы в прошедшем времени используется на этапе обучения ПАМ-ЭРВЗ, а содержание гипотезы в будущем времени - при прогнозировании соответствующих событий на новых значениях наблюдаемых параметров.	

7.2.3.3 На этапе обучения МКП в качестве фактических и расчетных принимаются значения следующих параметров:

- для показателя, указанного в перечислении а) подпункта 7.2.3.2:

1) фактический показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных;

2) расчетный показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных;

- для показателя, указанного в перечислении б) подпункта 7.2.3.2:

- 1) фактический показатель обеспеченности кислородными концентраторами;
- 2) расчетный показатель обеспеченности кислородными концентраторами;
- для показателя, указанного в перечислении в) подпункта 7.2.3.2:
 - 1) фактический показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии;
 - 2) расчетный показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии;
- для показателя, указанного в перечислении г) подпункта 7.2.3.2:
 - 1) фактический показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами);
 - 2) расчетный показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами);
- для показателя, указанного в перечислении д) подпункта 7.2.3.2:
 - 1) фактический показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом;
 - 2) расчетный показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом;
- для показателя, указанного в перечислении е) подпункта 7.2.3.2:
 - 1) фактический показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом;
 - 2) расчетный показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом.

7.2.4 Гипотезы МСП

7.2.4.1 В МСП вероятностной оценке с использованием байесовского классификатора подлежат гипотезы, аналогичные гипотезам для МКП, а также гипотезы для прогнозирования динамики общего показателя смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований на КТ в период распространения ЭРВЗ, указанные в таблице 4.

Таблица 4 - Перечень гипотез МСП для прогнозирования динамики общего показателя смертности на КТ в период распространения ЭРВЗ

Номер гипотезы	Содержание гипотезы
1	Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ соответствовал (будет соответствовать) значению данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения
2	Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ был выше (будет выше) значения данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения
3	Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ был ниже (будет ниже) значения данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения
Примечание - Содержание каждой гипотезы в прошедшем времени используется на этапе обучения ПАМ-ЭРВЗ, а содержание гипотезы в будущем времени - при прогнозировании соответствующих событий на новых значениях наблюдаемых параметров.	

7.2.4.2 Сравнение общего показателя смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ со значением данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ следует осуществлять с учетом следующих положений:

- общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ соответствует его значению в условиях отсутствия ЭРВЗ в случае, если отклонение значения показателя в период распространения ЭРВЗ от значения показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ составляет до 5% включительно в большую или меньшую стороны;

- общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ ниже его значения в условиях отсутствия ЭРВЗ в случае, если отклонение значения показателя в период распространения ЭРВЗ от значения показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ составляет более 5% в меньшую сторону;

- общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ выше его значения в условиях отсутствия ЭРВЗ в случае, если отклонение значения показателя в период распространения ЭРВЗ от значения показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ составляет более 5% в большую сторону.

7.2.5 Подготовка параметров (ответов) гипотез для МКП на этапе обучения

7.2.5.1 На этапе обучения параметры (ответы) гипотез МКП следует определять на основе сравнения фактических значений показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ с их расчетными значениями.

7.2.5.2 По каждому оцениваемому показателю обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи необходимо сформировать гипотезы согласно таблице 3, в которых параметры (ответы):

- по первой гипотезе отражают результаты сравнения фактического значения показателя в наблюдаемую дату с его расчетным значением;

- по остальным гипотезам отражают результаты сравнения отклонений фактического значения показателя в наблюдаемую дату от его расчетного значения на 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95% в меньшую и большую стороны.

Для этого при подготовке каждого обучающего примера предварительно должно быть рассчитано отклонение фактического значения показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в наблюдаемую дату от его расчетного значения в процентах. После этого значение полученного отклонения должно быть округлено до ближайшего числа, кратного 5.

Пример

Фактическое значение показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных составляет 1,24. Расчетное значение показателя составляет 1.

Отклонение фактического значения указанного показателя от его расчетного значения составляет 24% в большую сторону. Округлив указанное значение до ближайшего числа, кратного 5, получим отклонение 25% в большую сторону.

С учетом входных данных примера и рассчитанного отклонения должны быть подготовлены гипотезы со следующими параметрами (ответами) в соответствии с таблицей 3:

Гипотеза 1 "Фактическое значение показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных соответствовало его расчетному значению" (1=1,24) - "ЛОЖЬ";

Гипотеза 2 "Отклонение фактического значения показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных от его расчетного значения составило 5% в меньшую сторону" (минус 5%=25%) - "ЛОЖЬ";

Гипотеза 3 "Отклонение фактического значения показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных от его расчетного значения составило 10% в меньшую

сторону" (минус 10%=25%) - "ЛОЖЬ";

...

Гипотеза 24 "Отклонение фактического значения показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных от его расчетного значения составило 20% в большую сторону" (20%=25%) - "ЛОЖЬ";

Гипотеза 25 "Отклонение фактического значения показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных от его расчетного значения составило 25% в большую сторону" (25%=25%) - "ИСТИНА" и т.д.

7.2.6 Подготовка параметров (ответов) гипотез для МСП на этапе обучения

7.2.6.1 На этапе обучения параметры (ответы) гипотез МСП в части, касающейся оценки показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ, следует определять по аналогии с гипотезами МКП.

7.2.6.2 Параметры (ответы) гипотез для прогнозирования динамики общего показателя смертности в период распространения ЭРВЗ следует определять на основе сравнения значения общего показателя смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований по состоянию на дату наблюдения со значением данного показателя, рассчитанного на основе характеристик демографических показателей НП (см. 6.3.7.2).

Сравнение общих показателей смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований следует осуществлять с учетом положений, указанных в 7.2.4.2.

Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований следует определять в порядке, приведенном в приложении В.

По результатам сравнения параметры (ответы) гипотез, указанных в таблице 4, должны определяться следующим образом:

"ИСТИНА" - если событие, соответствующее гипотезе, произошло при наблюдаемых входных данных;

"ЛОЖЬ" - в противном случае.

Пример

По состоянию на дату наблюдения отклонение общего показателя смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований от значения данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ составило 5% в большую сторону.

С учетом входных данных примера и положений 7.2.4.2 должны быть подготовлены гипотезы со следующими параметрами (ответами) в соответствии с таблицей 4:

Гипотеза 1 "Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения соответствовал значению данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ" - "ИСТИНА";

Гипотеза 2 "Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения был выше значения данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ" - "ЛОЖЬ";

Гипотеза 3 "Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ по состоянию на дату наблюдения был ниже значения данного показателя в условиях отсутствия ЭРВЗ" - "ЛОЖЬ".

7.2.7 Полученные обработанные данные, а также гипотезы с подготовленными параметрами (ответами) предназначены для дальнейшей обработки байесовским классификатором.

8 Прогнозирование событий с использованием байесовского классификатора, анализ и интерпретация результатов статистической обработки в ПАМ-ЭРВЗ

8.1 После обучения ПАМ-ЭРВЗ начинается процесс прогнозирования событий, соответствующих гипотезам, - формирование прогнозов наблюдений на новых значениях наблюдаемых параметров.

Порядок сбора новых значений, наблюдаемых входных данных и их обработки при формировании каждого прогноза наблюдения должен в обязательном порядке соответствовать аналогичным процессам при обучении ПАМ-ЭРВЗ, за исключением следующих особенностей:

а) параметры (ответы) гипотез (оценка апостериорных вероятностей гипотез) определяются байесовским классификатором;

б) в качестве начала наблюдения следует принимать:

- для МКП - крайнюю дату, на которую составляется прогноз состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории муниципального района и городского округа в период распространения ЭРВЗ;

- для МСП - месяц, на который составляется прогноз состояния обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи и прогноз уровня смертности на территории муниципального района и городского округа в период распространения ЭРВЗ.

8.2 Особенности прогнозирования событий и обработки результатов прогнозирования в МКП

В МКП при получении сведений о текущем уровне обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП, а также о текущей эпидемиологической обстановке осуществляют следующие действия.

1 С использованием применяемых в практике апробированных методик и моделей подготавливают прогноз распространения ЭРВЗ в НП на каждые сутки в течение ближайших 10 дней, включающий данные, указанные в 6.3.11.3.

2 На основе подготовленного прогноза определяют расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи, указанные в 6.4.10, на каждые сутки в течение ближайших 10 дней.

3 С использованием байесовского классификатора для каждого расчетного показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи определяют его отклонения от прогнозируемых значений через каждые сутки в течение ближайших 10 дней и, как следствие, непосредственные прогнозируемые значения данного показателя на соответствующий период.

4 Для каждого показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на основе его прогнозируемых значений определяется уровень через каждые сутки в течение ближайших 10 дней в соответствии с критериями, указанными в 8.4.

5 На основе прогнозируемых значений показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи определяют общий уровень обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи через каждые сутки в течение ближайших 10 дней в соответствии с критериями, указанными в 8.5.

8.3 Особенности прогнозирования событий и обработки результатов прогнозирования в МСП

В МСП при получении сведений о текущем уровне обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП, а также о текущей эпидемиологической обстановке осуществляют следующие действия.

1 С использованием применяемых в практике апробированных методик и моделей подготавливают прогноз распространения ЭРВЗ в НП через месяц от начала прогнозирования, включающий данные, указанные в 6.3.11.3.

2 На основе подготовленного прогноза определяют расчетные показатели обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи, указанные в 6.4.10, через месяц от начала прогнозирования.

3 С использованием байесовского классификатора для каждого расчетного показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи определяют его отклонение от прогнозируемого значения через месяц от начала прогнозирования и, как следствие, непосредственное прогнозируемое значение данного показателя через месяц от начала прогнозирования.

4 Для каждого показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на основе его прогнозируемого значения через месяц от начала прогнозирования определяют уровень в соответствии с

критериями, указанными в 8.4.

5 На основе прогнозируемых значений показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи через месяц от начала прогнозирования определяют общий прогнозируемый уровень обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в соответствии с критериями, указанными в 8.5.

6 С использованием байесовского классификатора определяют прогнозируемую динамику уровня смертности через месяц от начала прогнозирования.

8.4 Порядок определения уровней показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи в период распространения ЭРВЗ

Непосредственные значения показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи по состоянию на определенную дату следует определять в порядке, приведенном в приложении В.

Качественную характеристику уровня каждого показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи следует определять по таблице 5.

Таблица 5 - Критерии определения уровня показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи

Значение уровня	Состояние обеспеченности	Критерии определения уровня
1	Высокое	Значение показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи - от 0,9 включительно и более
2	Умеренное	Значение показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи - от 0,6 включительно и не более 0,9
3	Ниже среднего	Значение показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи - от 0,4 включительно и не более 0,6
4	Низкое	Значение показателя обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи - менее 0,4

8.5 Порядок определения общего уровня обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи

Общий уровень обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи по состоянию на определенную дату следует определять по наихудшему значению показателей обеспеченности системы оказания медицинской помощи по состоянию на указанную дату.

Качественную характеристику общего уровня обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи следует определять по таблице 6.

Таблица 6 - Критерии определения общего уровня обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи

Значение уровня	Состояние обеспеченности	Критерии определения уровня
1	Высокое	Значение общего уровня обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи - от 0,9 включительно и более
2	Умеренное	Значение общего уровня системы оказания медицинской помощи - от 0,6 включительно и не более 0,9

3	Ниже среднего	Значение общего уровня системы оказания медицинской помощи - от 0,4 включительно и не более 0,6
4	Низкое	Значение общего уровня системы оказания медицинской помощи - менее 0,4

9 Программная реализация и проверка ПАМ-ЭРВЗ

9.1 Этапы и содержание работ по программной реализации и проверке, перечень наименований разрабатываемых документов на ПАМ-ЭРВЗ и их комплектность, а также требования к содержанию указанных документов должны быть определены в техническом задании на разработку ПАМ-ЭРВЗ. При разработке программного обеспечения и РКД ПАМ-ЭРВЗ рекомендуется применять национальные стандарты по предметной области 34-й серии ГОСТ "Комплекс стандартов на автоматизированные системы" и 19-й серии ГОСТ "Единая система программной документации" соответственно.

9.2 Проверку работоспособности и соответствия ПАМ-ЭРВЗ функциональным требованиям необходимо осуществлять в ходе проведения опытной эксплуатации. Предусматривают следующие стадии проверки ПАМ-ЭРВЗ:

- опытная эксплуатация на тестовых данных;
- промышленная эксплуатация.

10 Опытная эксплуатация ПАМ-ЭРВЗ

10.1 На этапе опытной эксплуатации ПАМ-ЭРВЗ осуществляется следующее:

1 Определение источников получения требуемых входных данных ПАМ-ЭРВЗ в пилотных регионах, в качестве которых могут выступать:

- Минздрав России, его территориальные органы и подведомственные организации, а также их информационные ресурсы;
- Роспотребнадзор, его территориальные органы и подведомственные организации, а также их информационные ресурсы;
- Росстат и его информационные ресурсы;
- информационные ресурсы федеральных, региональных и муниципальных органов;
- статистические агентства и др.

2 Сбор и обработка входных данных ПАМ-ЭРВЗ.

Сбор входных данных ПАМ-ЭРВЗ осуществляется через ранее установленные источники в пилотных регионах.

В случае наличия частично недостающих и/или некачественных (неточных, противоречивых и т.п.) данных они подлежат замене на синтетические данные, рассчитываемые с использованием методов статистической обработки данных или других методов.

3 Формирование обучающего множества моделей на базе наблюдаемых параметров пилотных регионов, переобучение ПАМ-ЭРВЗ.

По мере накопления достоверных сведений в необходимом объеме и формирования на их базе обучающих примеров обучающие примеры, содержащие синтетические данные, исключаются из обучающего множества и ПАМ-ЭРВЗ подлежит переобучению.

4 Оценка качества прогнозов, при необходимости наращивание обучающего множества и дообучение ПАМ-ЭРВЗ.

Для оценки качества прогнозов 80% собранных и обработанных достоверных данных пилотного региона

(выбранных случайным образом) отводятся для формирования обучающего множества, 20% - для подготовки тестового набора данных прогнозов наблюдений.

В случае если качество прогнозов, подготовленных с использованием байесовского классификатора на тестовом наборе данных, составляет не менее 60%, процесс опытной эксплуатации ПАМ-ЭРВЗ на тестовых данных считается завершенным. В противном случае продолжается процесс наращивания обучающего множества на достоверных данных пилотного региона, дообучение ПАМ-ЭРВЗ и оценка качества прогнозов. Указанный процесс повторяется до достижения требуемого качества прогнозов.

5 Проверка соответствия ПАМ-ЭРВЗ предъявляемым в техническом задании требованиям, доработка по результатам проведения опытной эксплуатации программного обеспечения и РКД ПАМ-ЭРВЗ.

11 Промышленная эксплуатация ПАМ-ЭРВЗ

11.1 На этапе промышленной эксплуатации осуществляется сопряжение (организуется автоматизированный информационный обмен) ПАМ-ЭРВЗ с источниками получения требуемых входных данных, определенных на этапе опытной эксплуатации, через АПК "Безопасный город".

В процессе применения ПАМ-ЭРВЗ по назначению проводят непрерывный сбор и статистическую обработку новых наблюдаемых параметров в период распространения ЭРВЗ.

11.2 ПАМ-ЭРВЗ должна автоматически архивировать данные наблюдений.

11.3 В процессе промышленной эксплуатации ПАМ-ЭРВЗ подлежит постоянному дообучению с интервалом времени не позднее недели в период распространения ЭРВЗ.

11.4 В ПАМ-ЭРВЗ должны быть предусмотрены автоматические диагностические сообщения (сигналы) при выявлении уровней показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи и общего уровня обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи - "ниже среднего" и "низкое".

11.5 Непосредственные действия пользователей по применению ПАМ-ЭРВЗ, в том числе при выявлении уровней показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи и общего уровня обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи - "ниже среднего" и "низкое", следует определять отдельными регламентами и/или должностными инструкциями.

Приложение А (справочное)

Справочники отдельных наблюдаемых параметров

Таблица А.1 - Сведения об административном территориальном образовании НТ

Значение
Город областного подчинения
Поселок городского типа областного подчинения
Закрытое административно-территориальное образование
Населенный пункт
Городской населенный пункт
Город, административно подчиненный городу областного подчинения
Поселок городского типа, административно подчиненный городу областного подчинения
Сельский населенный пункт

Таблица А.2 - Плотность застройки НП

Код параметра	Параметры значений
1	Высокая (плотность застройки более 60% территории)
2	Средняя (плотность застройки от 40% и до 60% территории)
3	Низкая (плотность застройки от 20% и до 40% территории)
4	Незначительная (плотность застройки менее 20% территории)

Таблица А.3 - Классификация наименований выявленной РВЗ

Значение
Грипп
Парагрипп
ТОРС
РС-инфекция
Аденовирусная инфекция
Риновирусная инфекция
Реовирусная инфекция
Птичий грипп

Таблица А.4 - Показатель вирулентности РВЗ

Значение
Минимальная летальная доза
Абсолютно летальная доза
Доза, вызывающая 100%-ную гибель животных
Полулетальная доза

Таблица А.5 - Группа патогенности РВЗ

Значение
I группа
II группа
III группа
IV группа

Таблица А.6 - Классификация ограничительных мер

Значение
Ввод в регионе перчаточно-масочного режима (использование МСИЗ населением)
Ввод мер (усиление мер) санитарно-карантинного контроля на пунктах пропуска через государственную границу
Ограничение посещения населением мест с массовым пребыванием людей
Введение обсервации для отдельных категорий граждан или поселений
Проведение дезинфекции зданий, помещений, транспорта, городской инфраструктуры, производственных и социальных объектов
Ввод мер (усиление мер) санитарно-карантинного контроля на пунктах пропуска через государственную границу
Введение режима лечения на дому для граждан с легкой формой протекания вирусного заболевания

Введение режима изоляции по месту жительства (пребывания в специальных учреждениях) для лиц, прибывающих из зарубежья (других регионов) с высокой степенью эпидемиологического порога
Введение режима самоизоляции (отдельных категорий граждан с подозрением на заражение) населения в НП (регионе)
Введение режима самоизоляции (отдельных категорий граждан с подозрением на заражение) населения в НП (регионе)
Введение QR-кодов для посещения общественных мест
Направление руководителями организаций на удаленную работу части персонала организаций по решению органов управления
Отмена (частичное ограничение) экспортных и импортных поставок товаров через государственные границы
Ограничение перемещения граждан на общественном транспорте
Введение удаленной формы обучения для начальных классов, старших классов школ, средних и высших учебных заведений
Введение режима самоизоляции для отдельных категорий граждан по месту жительства (пребывания)
Направление руководителями организаций на удаленную работу более 30% персонала организаций по решению органов управления
Введение карантина для всего населения за исключением персонала организаций жизнеобеспечения
Введение QR-кодов на передвижение населения по территории муниципального образования

Таблица А.7 - Классификация параметра базовое репродуктивное число

Диапазон значений
1-2
3-5
6-9
Более 10

Таблица А.8 - Продолжительность инкубационного периода

Диапазон значений, дней
1-7
8-14
15-22
23-30
Более 30

Таблица А.9 - Классификация длительности протекания заболевания при легкой, средней, тяжелой формах заболевания

Диапазон значений, дней
1-7
8-14
15-22
23-30
31-37
38-45
46-53

Более 53

Таблица А.10 - Индекс контагиозности РВЗ

Значение
0-0,2
0,2-0,4
0,4-0,6
0,6-0,8
0,8-1
1

Приложение Б (рекомендуемое)

Порядок группировки значений входных данных с использованием формулы Стерджесса

Определение количества градаций значений случайной величины с использованием формулы Стерджесса осуществляется по следующей зависимости:

$$n = 1 + 3,322 \cdot \lg N, \quad (\text{Б.1})$$

где n - количество групп;

N - число единиц совокупности.

Ширина значения варьирующего признака (интервал) случайной величины определяется по формуле

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{n}, \quad (\text{Б.2})$$

где x_{\max} - максимальное значение признака в совокупности;

x_{\min} - минимальное значение признака в совокупности.

Если x_{\min} или x_{\max} сильно отличаются от смежных с ними значений вариантов в упорядоченном ряду значений группировочного признака, то для определения величины интервала следует использовать значения, несколько превышающие минимум, и несколько меньше, чем максимум.

Если размах вариации признака в совокупности велик и значения признака варьируют неравномерно, то применяется группировка с неравными интервалами, получаемыми путем объединения интервалов, содержащих небольшое количество показателей или не содержащих вообще ни одного показателя. Также объединение интервалов осуществляется в тех случаях, когда на основе исторических данных для показателей, соответствующих данным интервалам, не зафиксировано ни на одном наблюдаемом НП ЭРВЗ.

Таким образом, учитывая, что процесс наращивания обучающего множества предполагается осуществлять до достижения требуемого качества прогнозов, при компьютерной реализации ПАМ-ЭРВЗ должны быть обеспечены следующие возможности:

- получение первичных градаций значений наблюдаемого параметра с использованием формул (Б.1) и (Б.2) и формирование на их базе соответствующего справочника;

- изменение полученного справочника градаций значений наблюдаемого параметра пользователем ПАМ-ЭРВЗ.

Приложение В

(рекомендуемое)

Определение показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП и показателей смертности в период распространения ЭРВЗ

В.1 К показателям обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ относятся:

- показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных;
- показатель обеспеченности кислородными концентраторами;
- показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии;
- показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами);
- показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом;
- показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом.

В.2 К показателям смертности в период распространения ЭРВЗ и в условиях отсутствия ЭРВЗ относятся:

- показатель смертности по причинам болезней органов дыхания в период распространения ЭРВЗ;
- показатель смертности по причинам болезней системы кровообращения в период распространения ЭРВЗ;
- показатель смертности по причинам новообразований в период распространения ЭРВЗ;
- общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ (в условиях отсутствия ЭРВЗ).

В.3 Для определения фактических показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ следует использовать входные данные, характеризующие эпидемиологическую обстановку в НП, а также входные данные, характеризующие уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП.

В.4 Для определения расчетных показателей обеспеченности ресурсами системы оказания медицинской помощи на территории НП в период распространения ЭРВЗ следует использовать входные данные, характеризующие прогноз распространения ЭРВЗ в НП, а также входные данные, характеризующие уровень обеспеченности населения ресурсами медицинской помощи в НП.

В.5 Для определения показателей смертности в период распространения ЭРВЗ следует использовать входные данные, характеризующие эпидемиологическую обстановку в НП.

В.6 Для определения общего показателя смертности в период распространения ЭРВЗ следует использовать входные данные, характеризующие демографические показатели НП.

В.7 Показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных

Показатель обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных $I_{иб}$ вычисляют по формуле

$$I_{иб} = \frac{K_{к.илл}}{K_{ги}}, \quad (B.1)$$

где $K_{к.илл}$ - количество коек для госпитализированных инфекционных больных, ед.;

$K_{ги}$ - общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.

При определении расчетного показателя обеспеченности коечным фондом госпитализированных инфекционных больных в качестве параметра $K_{ги}$ следует принимать расчетную общую численность госпитализированных инфекционных больных.

В.8 Показатель обеспеченности кислородными концентраторами

Показатель обеспеченности кислородными концентраторами $I_{\text{кк}}$ вычисляют по формуле

$$I_{\text{кк}} = \frac{K_{\text{к.кк}}}{K_{\text{кк}}}, \quad (\text{В.2})$$

где $K_{\text{к.кк}}$ - количество кислородных концентраторов, ед.;

$K_{\text{кк}}$ - общая численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения, чел.

При определении расчетного показателя обеспеченности кислородными концентраторами в качестве параметра $K_{\text{кк}}$ следует принимать расчетную общую численность госпитализированных, инфицированных РВЗ, с необходимостью кислородного обеспечения.

В.9 Показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии

Показатель обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии $I_{\text{ит}}$ вычисляют по формуле

$$I_{\text{ит}} = \frac{K_{\text{к.ит}}}{K_{\text{тб}}}, \quad (\text{В.3})$$

где $K_{\text{к.ит}}$ - количество коек в ОРИИТ, ед.;

$K_{\text{тб}}$ - общая численность госпитализированных инфекционных больных в ОРИИТ, чел.

При определении расчетного показателя обеспеченности коечным фондом интенсивной терапии в качестве параметра $K_{\text{тб}}$ следует принимать расчетную общую численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам).

В.10 Показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами)

Показатель обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами) $I_{\text{ивл}}$ вычисляют по формуле

$$I_{\text{ивл}} = \frac{K_{\text{а.ивл}}}{K_{\text{ивл}}}, \quad (\text{В.4})$$

где $K_{\text{а.ивл}}$ - количество аппаратов ИВЛ (или аналогичных аппаратов), ед.;

$K_{\text{ивл}}$ - общая численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам), чел.

При определении расчетного показателя обеспеченности аппаратами ИВЛ (или аналогичными аппаратами) в качестве параметра $K_{\text{ивл}}$ следует принимать расчетную общую численность госпитализированных инфекционных больных с необходимостью подключения к аппаратам ИВЛ (или аналогичным аппаратам).

В.11 Показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом

Показатель обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом $I_{\text{стмп}}$ вычисляют по формуле

$$I_{\text{стмп}} = \frac{K_{\text{стмп}}}{K_{\text{ги}}}, \quad (\text{В.5})$$

где $K_{\text{стмп}}$ - показатель старшего медицинского персонала, чел.;

$K_{ги}$ - общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.

При определении расчетного показателя обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом в качестве параметра $K_{ги}$ следует принимать расчетную общую численность госпитализированных инфекционных больных.

В.12 Показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом

Показатель обеспеченности медучреждений средним медицинским персоналом ($I_{срмп}$, ед. на 1000 чел.) вычисляют по формуле

$$I_{срмп} = \frac{K_{срмп}}{K_{ги}}, \quad (B.6)$$

где $K_{срмп}$ - показатель среднего медицинского персонала, чел.;

$K_{ги}$ - общая численность госпитализированных инфекционных больных, чел.

При определении расчетного показателя обеспеченности медучреждений старшим медицинским персоналом в качестве параметра $K_{ги}$ следует принимать расчетную общую численность госпитализированных инфекционных больных.

В.13 Показатель смертности по причине болезней органов дыхания

Показатель смертности по причине болезней органов дыхания ($I_{сод}$, ед. на 1000 чел.) вычисляют по формуле

$$I_{сод} = \frac{K_{сод}}{K_{нп}} \cdot 1000, \quad (B.7)$$

где $K_{сод}$ - численность умерших по причине болезней органов дыхания за месяц, чел.;

$K_{нп}$ - численность населения НП, чел.

В.14 Показатель смертности по причине болезней системы кровообращения

Показатель смертности по причине болезней системы кровообращения ($I_{сбк}$, ед. на 1000 чел.) вычисляют по формуле

$$I_{сбк} = \frac{K_{сбк}}{K_{нп}} \cdot 1000, \quad (B.8)$$

где $K_{сбк}$ - численность умерших по причине болезней системы кровообращения за месяц, чел.;

$K_{нп}$ - численность населения НП, чел.

В.15 Показатель смертности по причине новообразований

Показатель смертности по причине новообразований $I_{сн}$ вычисляют по формуле

$$I_{сн} = \frac{K_{сн}}{K_{нп}} \cdot 1000, \quad (B.9)$$

где $K_{сн}$ - численность умерших по причине новообразований за месяц, чел.;

$K_{нп}$ - численность населения НП, чел.

В.16 Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований

Общий показатель смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в период распространения ЭРВЗ $I_{см}$ вычисляются по формуле

$$I_{см} = I_{сод} + I_{сбк} + I_{сн}, \quad (B.10)$$

где $I_{сод}$ - показатель смертности по причине болезней органов дыхания, ед. на 1000 чел.;

$I_{сбк}$ - показатель смертности по причине болезней системы кровообращения, ед. на 1000 чел.;

$I_{сн}$ - показатель смертности по причине новообразований, ед. на 1000 чел.

При определении общего показателя смертности по причинам болезней органов дыхания, болезней системы кровообращения и новообразований в условиях отсутствия ЭРВЗ в качестве параметров $I_{сод}$, $I_{сбк}$, $I_{сн}$ следует принимать соответствующие параметры в составе входных данных, характеризующих демографические показатели НП.

Приложение Г (справочное)

Краткая характеристика прогнозных моделей распространения вирусной эпидемии (пандемии)

Г.1 Модель SIR¹⁾ ("Susceptible - Infected - Removed model" - "Восприимчивые - Инфицированные - Выздоровевшие")

¹⁾ Название модели - это аббревиатура названий классов: S - уязвимые, т.е. без иммунитета к болезни (susceptible), I - заразившиеся и распространяющие вирус (infectious) и R - выздоровевшие и получившие иммунитет (recovered). Из-за деления общества на классы модель SIR называется компартментальной (от англ. "compartment" - отсек). Чаще всего используются следующие классы:

E - заразившиеся и находящиеся в инкубационном периоде, не распространяющие инфекцию (exposed). Модель SEIR, соответственно, помогает моделировать распространение инфекций, которые проявляются не сразу.

C - переболевшие, но продолжающие распространять инфекцию (carrier). Модель "carrier state" используется для моделирования таких инфекций, которые могут переходить в хроническую стадию, так что переболевший продолжает заражать других. Это, например, случай гепатита В (Cao et al. 2014).

D - умершие от болезни (dead). Этот класс будет особенно важен в моделях распространения заболеваний с высокой смертностью, например, таких, как лихорадка Эбола.

M - наделенные иммунитетом от рождения (maternally derived immunity). Модели MSEIR иногда весьма сложные, потому что учитывают процесс постепенного угасания иммунитета и, соответственно, возрастающую вероятность заразиться.

SIR - это эпидемиологическая модель, которая показывает изменение уровня инфицирования с течением времени. Модель позволяет моделировать эпидемии гриппа и других заболеваний в больших городах, вводить новые параметры и анализировать разные сценарии.

На рисунке Г.1 модель SIR характеризует динамическое взаимодействие между восприимчивыми лицами (S), инфицированными лицами (I) и выздоровевшими/умершими лицами (R) в определенном месте. В модели SIR восприимчивые лица могут стать инфекционными лицами с течением времени, что зависит от скорости распространения вируса, часто называемой скоростью контакта. Предполагается, что выздоровевшие имеют иммунитет к вирусу и, следовательно, не могут снова стать восприимчивыми. Принципиальная схема работы модели приведена на рисунке Г.1.

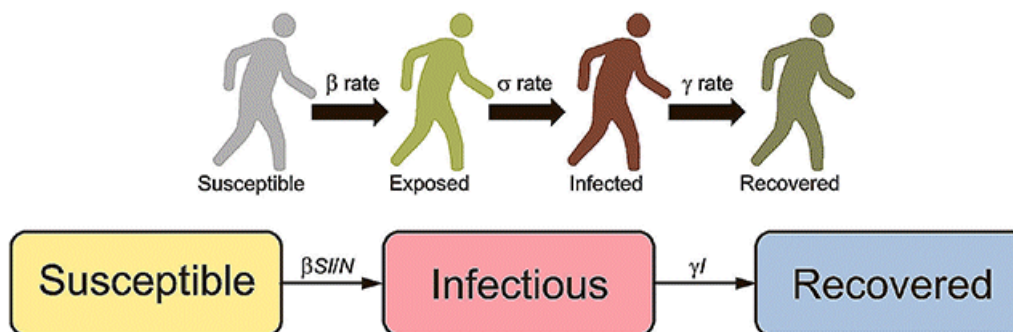


Рисунок Г.1 - Модель SIR

Дифференциальное уравнение²⁾ системы, описывающее изменение числа здоровых (и при этом восприимчивых к заболеванию) индивидуумов, которое уменьшается со временем пропорционально числу контактов с инфицированными, после контакта происходит заражение, восприимчивый переходит в состояние инфицированного

²⁾ Дифференциальное уравнение - уравнение, которое помимо функции содержит ее производные. Порядок входящих в уравнение производных может быть различен (формально он ничем не ограничен). Производные функции, независимые переменные и параметры могут входить в уравнение в различных комбинациях или отсутствовать вовсе, кроме хотя бы одной производной.

В отличие от алгебраических уравнений, в результате решения которых ищется число (несколько чисел), при решении дифференциальных уравнений ищется функция (семейство функций).

Дифференциальное уравнение порядка выше первого можно преобразовать в систему уравнений первого порядка, в которой число уравнений равно порядку исходного дифференциального уравнения.

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{\beta IS}{N}. \quad (\text{Г.1})$$

Уравнение как индекса репродукции, так и начальной восприимчивости индивидуумов, скорость увеличения числа заразившихся растет пропорционально числу контактов здоровых и инфицированных и уменьшается по мере выздоровления последних

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta IS}{N} - \gamma I, \quad (\text{Г.2})$$

$$\frac{dI}{dt} = \left(R_0 \frac{S}{N} - 1 \right) \gamma I. \quad (\text{Г.3})$$

Если $R_0 S(0) > N \Rightarrow \frac{dI}{dt}(0) > 0$ - произойдет настоящая эпидемическая вспышка с увеличением числа инфицированных лиц (которые могут охватить значительную часть населения).

Если $R_0 S(0) < N \Rightarrow \frac{dI}{dt}(0) < 0$ - независимо от первоначального размера восприимчивого населения болезнь никогда не может вызвать настоящую эпидемическую вспышку.

Уравнение демонстрирует, что число выздоровевших в единицу времени пропорционально числу инфицированных, иначе говоря, каждый заболевший через некоторое время должен поправиться.

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I. \quad (\text{Г.4})$$

Условие, которое определяет, что заболевание развивается по схеме "восприимчивые становятся инфицированными, потом выздоравливают", имеет вид

$$\frac{dS}{dt} + \frac{dI}{dt} + \frac{dR}{dt} = 0. \quad (\Gamma.5)$$

Базовый коэффициент воспроизведения эпидемии определяется по зависимости

$$R_0 = \frac{\beta}{\gamma}, \quad (\Gamma.6)$$

где S - численность восприимчивых индивидов в момент времени t , чел.;

I - численность инфицированных индивидов в момент времени t , чел.;

R - численность переболевших индивидов в момент времени t , чел.;

R_0 - количество одновременно болеющих, чел. (таблица Г.1);

β - коэффициент интенсивности контактов индивидов с последующим инфицированием;

γ - коэффициент интенсивности выздоровления инфицированных индивидов.

Таблица Г.1 - Количество одновременно болеющих

Заболевание	Значение R_0	Путь передачи инфекции
Корь	12-18	Воздушный
Ветряная оспа	10-12	Воздушный
Краснуха	5-7	Воздушно-капельный
COVID-19	1,4-2,8	Воздушно-капельный
СПИД	2-5	Жидкости тела
SARS-CoV (Китай, 2003)	2-5	Воздушно-капельный
Грипп "испанка" (пандемия 1918)	1,4-2,8	Воздушно-капельный
Эбола	1,5-1,9	Жидкости тела
Грипп (пандемия 2009)	1,4-1,6	Воздушно-капельный
Грипп сезонный	0,9-2,1	Воздушно-капельный
MERS (2012)	0,3-0,8	Воздушно-капельный

Недостатком SIR-моделей является отсутствие гибкости - невозможность учета изменения параметров (новые мутации вируса и штаммы, ограничительные меры, вакцинация). При попытке ввести в SIR-модели указанные изменения (например, сделать переменной скорость передачи инфекции $\beta = \beta(t)$) сталкиваются с неединственностью и неустойчивостью решения обратной задачи идентификации этого параметра $\beta(t)$.

Г.2 Модель SEIR ("Susceptible - Exposed - Infected - Recovered" - "Восприимчивые - Контактные - Инфицированные - Выздоровевшие")

SEIR - модель описания динамики заболеваний с временным иммунитетом (выздоровевшие индивиды со временем снова становятся восприимчивыми). Модель описывает развитие наиболее опасных эпидемий, поскольку длительный инкубационный период может препятствовать своевременному обнаружению заболевания. Модель предназначена для оценки последствий, когда есть риск, что заболевание охватит значительное число индивидуумов в популяции. Многие болезни имеют скрытую или латентную фазу, во время которой индивид уже столкнулся с вирусом, но сам еще не стал заразным. Этот период между контагенацией и самой стадией болезни может быть включен в модель SIR путем добавления показателя латентной/экспонированной популяции E с тем, что контагенированные, но еще не заразные индивиды перемещаются из категории S в E и из E в I , рисунок Г.2.

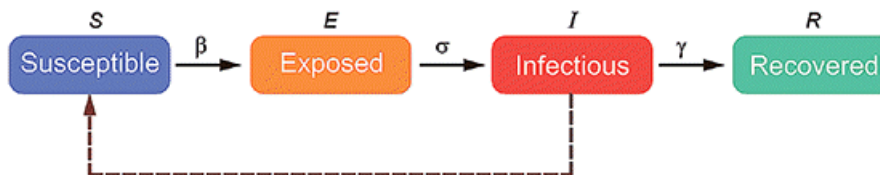


Рисунок Г.2 - Модель SIER

Изменение числа здоровых (и при этом восприимчивых к заболеванию) индивидуумов уменьшается со временем пропорционально числу контактов с инфицированными, после заражения здоровый индивид переходит в состояние контактного по данному заболеванию или носителя инфекции. Уравнение, описывающее вышеуказанные закономерности, имеет следующий вид:

$$\frac{dS}{dt} = \mu N - \mu S - \beta \frac{I}{N} S. \quad (\text{Г.7})$$

Уравнение, которое вносит задержку по времени при переходе индивидуума из состояния контактного в состояние инфицированного (больного), при времени, равном инкубационному периоду болезни, имеет следующий вид:

$$\frac{dE}{dt} = \beta \cdot \frac{I}{N} \cdot S - (\mu + \alpha) \cdot E, \quad (\text{Г.8})$$

где E - численность индивидов - носителей заболевания в момент времени t ;

$N = S + E + I + R$ - численность популяции, при этом не является постоянной с течением времени.

Переход индивидуума из состояния "контактный" в состояние "инфицированный" имеет следующее математическое выражение:

$$\frac{dI}{dt} = \alpha E - (\gamma + \mu) \cdot I. \quad (\text{Г.9})$$

Число выздоровевших в единицу времени пропорционально числу инфицированных, при этом в каждом состоянии индивидуумы могут погибнуть, что учитывает коэффициент μ в уравнении, которое имеет следующий вид

$$\frac{dR}{dt} = \gamma \cdot I - \mu \cdot R. \quad (\text{Г.10})$$

Интенсивность развития эпидемии описывает базовый коэффициент воспроизведения по соотношению

$$R_0 = \frac{\alpha}{\mu} + \frac{\beta}{\mu + \gamma}, \quad (\text{Г.11})$$

где μ - уровень смертности;

α - величина, обратная среднему инкубационному периоду заболевания.

Поскольку латентная фаза делает индивида заразным спустя некоторое время после контакта с патогеном, последующая его передача уже от инфицированного человека случится позднее, чем если бы была применена модель SIR, в которой латентная фаза отсутствует. Следовательно, включение более продолжительного латентного периода приведет к более медленному распространению болезни в популяции.

Г.3 MSEIR-1 "Наделенные иммунитетом от рождения (Maternally derived immunity) - Восприимчивые - Контактные - Инфицированные - Выздоровевшие"

Модель SEIR, построенная для заболевания с инкубационным периодом и учитывающая иммунитет детей, приобретенный внутриутробно, - одна из самых сложных для анализа в силу наличия большого числа независимых параметров - это модель с динамикой изменения популяции, как и модель SIR. Добавление динамики изменения популяции (рождения и смерти) может продлить эпидемию или позволить новым штаммам распространиться, поскольку новые рождения дают больше восприимчивых индивидов. В реалистичной популяции динамика болезни достигнет устойчивого состояния, если μ и ν представляют собой коэффициенты рождаемости и смертности, соответственно, и предполагаются равными для поддержания постоянной численности популяции.

$$\frac{dM}{dT} = B - \delta \cdot M - \mu \cdot M, \quad (Г.12)$$

$$\frac{dS}{dt} = \mu \cdot N - \nu \cdot S - \frac{\beta \cdot S \cdot I}{N}, \quad (Г.13)$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{\beta \cdot S \cdot I}{N} - \nu \cdot I - \sigma \cdot I, \quad (Г.14)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma \cdot I - \nu \cdot R, \quad (Г.15)$$

где $N = S + E + I + R$ - вся популяция;

S - восприимчивые (незараженные) индивидуумы с 3-х лет;

E - зараженные индивидуумы или находящиеся в инкубационном периоде;

I - инфицированные индивидуумы с симптомами;

R - вылеченные индивидуумы.

От ранее рассмотренных моделей эта система уравнений отличается тем, что учитывает рождение детей, вероятность заражения которых растет со временем по мере утраты ими иммунитета, приобретенного внутриутробно. Эти зависимости описаны в первых двух уравнениях системы.

Г.4 Модель SEIR-HCD³⁾ ("Susceptible - Exposed - Infected - Recovered - Hospitalized - Critical - Deaths" - "Восприимчивые - Контактные - Инфицированные - Выздоровевшие - Госпитализированные в больницу - Пациенты, находящиеся в критическом положении - Летальный исход")

³⁾SEIR-HCD, где H - заболевшие индивидуумы, которые были госпитализированы в больницу; C - пациенты, находящиеся в критической ситуации (на ИВЛ и в реанимации); D - летальный исход болезни.

В SEIR-HCD модели популяция разделена на семь групп со схожими признаками и с вероятностями перехода между группами, зависящими от конкретного региона, рисунок Г.3.

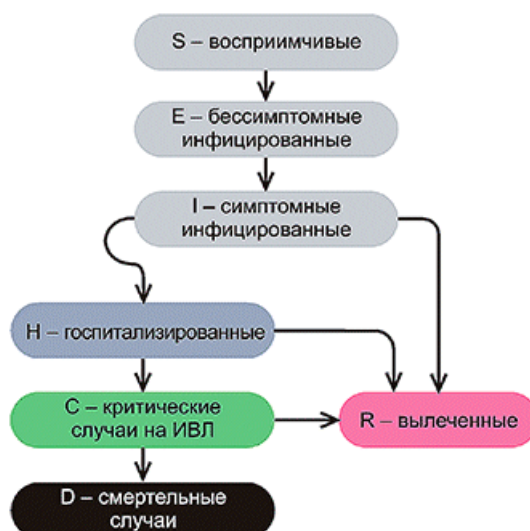


Рисунок Г.3 - Модель SEIR-HCD

Математическая модель SEIR-HCD основана на системе из нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений на отрезке $t \in [t_0, T]$

$$\frac{dS}{dt} = -\frac{S-a \cdot (t-\tau)}{N(t)} \left(\frac{\alpha_I \cdot S(t) \cdot I(t)}{N(t)} + \frac{\alpha_E \cdot S(t) \cdot E(t)}{N(t)} \right) + \gamma \cdot R(t), \quad (\text{Г.16})$$

$$\frac{dE}{dt} = \frac{S-a \cdot (t-\tau)}{S} \left(\frac{\alpha_I \cdot S(t) \cdot I(t)}{N(t)} + \frac{\alpha_E \cdot S(t) \cdot E(t)}{N(t)} \right) - (\kappa + p) \cdot E(t), \quad (\text{Г.17})$$

$$\frac{dR}{dt} = \beta \cdot I(t) + \rho \cdot E(t) - \gamma \cdot R(t) + \varepsilon_{HR} \cdot H(t), \quad (\text{Г.18})$$

$$\frac{dH}{dt} = \nu \cdot I(t) + \varepsilon_{CH} \cdot C(t) - (\varepsilon_{HC} + \varepsilon_{HR}) \cdot H(t), \quad (\text{Г.19})$$

$$\frac{dC}{dt} = \varepsilon_{HC} \cdot H(t) - (\varepsilon_{CH} + \mu) \cdot C(t), \quad (\text{Г.20})$$

$$\frac{dD}{dt} = \mu \cdot C(t) \quad (\text{Г.21})$$

с начальными условиями:

$$S_{(t_0)} = S_0, E_{(t_0)} = E_0, I_{(t_0)} = I_0, R_{(t_0)} = R_0, H_{(t_0)} = H_0, C_{(t_0)} = C_0, D_{(t_0)} = D_0,$$

где $N = S + E + I + R + H + C + D$ - вся популяция, которая состоит из следующих семи групп:

S - восприимчивые (незараженные) индивидуумы с 3-х лет;

E - зараженные индивидуумы или находящиеся в инкубационном периоде;

I - инфицированные индивидуумы с симптомами;

R - вылеченные индивидуумы;

H - госпитализированные, т.е. с тяжелым протеканием болезни;

C - находящиеся в критическом состоянии, требующие подключения аппарата ИВЛ;

D - летальный исход;

$a(t)$ - индекс самоизоляции;

τ - латентный период (характеризует запаздывание выделения вирионов или заразности);

α_I - параметр заражения между инфицированным и восприимчивым населением, который связан с контагиозностью вируса и социальными факторами;

α_E - параметр заражения между бессимптомной и восприимчивой группами населения ($\alpha_E \gg \alpha_I$);

κ - частота появления симптомов в открытых случаях, что приводит к переходу от бессимптомной к инфицированной популяции;

ρ - скорость восстановления выявленных случаев (случаи, которые выявлены, но при этом люди выздоравливают без каких-либо симптомов);

β - скорость выздоровления зараженных;

γ - скорость повторного заражения. Этот параметр является обратной величиной уровня иммунитета вируса (0 - устойчивый иммунитет, 0,001 - вероятность повторного заражения);

ν - доля госпитализированных с тяжелым протеканием заболевания;

ε_{HR} - вероятность выздоровления индивидуумов, находящихся в тяжелом состоянии;

ε_{HC} - доля госпитализированных, находящихся в критическом состоянии и требующих подключения

аппарата ИВЛ;

ε_{CH} - вероятность отключения аппарата ИВЛ у пациента;

μ - смертность в результате инфицирования;

E_0 - начальное количество бессимптомных инфицированных;

R_0 - начальное количество вылеченных индивидуумов.

Г.5 Модель SuEIR ("Susceptible - Unreported - Exposed - Infected - Recovered" - "Восприимчивые - Незарегистрированные - Контактные - Инфицированные - Выздоровевшие")

Модель SuEIR - это эпидемическая модель для прогнозирования активных случаев и смертей от COVID-19 с учетом незарегистрированных случаев. Важнейшей особенностью SuEIR является интегрирование в него нового блока - "Незарегистрированный". В частности, в модели SEIR все население относится к группе "Подвергшихся воздействию" как к лицам, которые уже были инфицированы, но не прошли тестирование и также способны заражать других. Некоторые из людей в группе "Разоблаченные" будут протестированы и переведены в "Инфекционную" группу (о которой будет сообщено общественности), в то время как остальные выздоровеют/умрут и перейдут в группу "Не сообщается", в которую относят население при невозможности его тестирования, бессимптомном протекании болезни или быстром выздоровлении и т.д.

Замечено, что COVID-19 имеет инкубационный период от 2 до 14 дней. Однако в течение этого периода лица, подвергшиеся воздействию вируса, также могут заразить восприимчивую группу. На практике общая ситуация заключается в том, что число зарегистрированных случаев (включая подтвержденные случаи и выздоровевшие случаи) не равно их реальному числу, поскольку многие инфекционные случаи не были протестированы. Представленная эпидемическая модель учитывает непроверенные/незарегистрированные случаи, которые проиллюстрированы на рисунке Г.4.

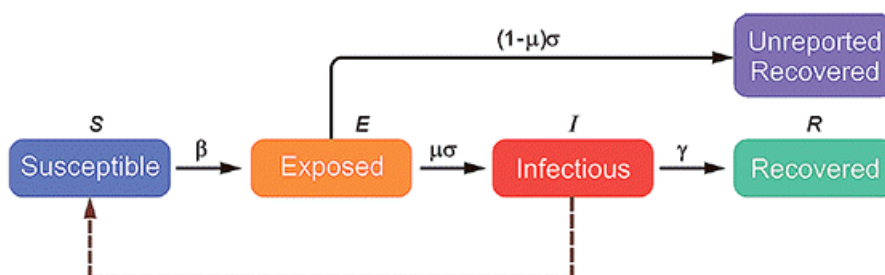


Рисунок Г.4 - Модель SuEIR

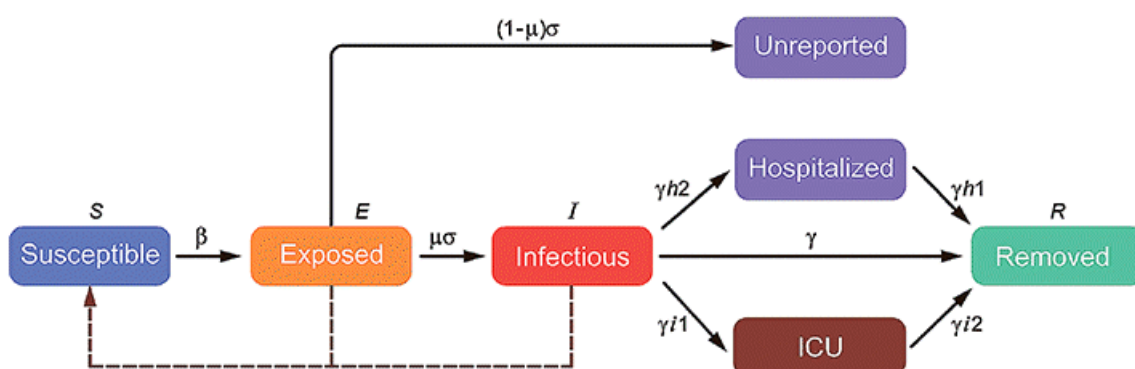


Рисунок Г.5 - Модель SuEIR с госпитализацией

В модели SuEIR помимо прогнозирования числа подтвержденных случаев и смертей благодаря включению разделов "Госпитализированные" и "Отделение интенсивной терапии (ОИТ, ICU)" можно прогнозировать ресурсы госпитализации (например, наличие коек для госпитализации и интенсивной терапии

и потребность в них), блок- схема модели приведена на рисунке Г.5.

В частности, блок модели "Exposed" учитывает случаи, когда индивидуумы уже были заражены и не прошли тестирование, поэтому они также имеют возможность заражать восприимчивых людей. Более того, случаи, когда индивидуумы уже были заражены и не прошли тестирование, могут пройти тест и быть переданы к инфицированным (а также сообщены общественности), в то время как остальные из них выздоровеют/умрут, но не появятся в публично зарегистрированных случаях. Поэтому в модели введен новый параметр $\mu < 1$ в динамику эволюции I_t для контроля соотношения экспонированных случаев, которые подтверждаются и сообщаются общественности.

Уравнения модели SuEIR приведены ниже

$$\frac{dS_t}{dt} = -\frac{\beta \cdot (I_t + E_t) \cdot S_t}{N}, \quad (\text{Г.22})$$

$$\frac{dE_t}{dt} = \frac{\beta \cdot (I_t + E_t) \cdot S_t}{N} - \sigma \cdot E_t, \quad (\text{Г.23})$$

$$\frac{dE_t}{dt} = \frac{\beta \cdot (I_t + E_t) \cdot S_t}{N} - \sigma \cdot E_t, \quad (\text{Г.24})$$

$$\frac{dI_t}{dt} = \mu \cdot \sigma \cdot E_t - \gamma \cdot I_t, \quad (\text{Г.25})$$

$$\frac{dR_t}{dt} = \gamma \cdot I_t, \quad (\text{Г.26})$$

где $N = S + u + E + I + R$ - вся популяция, которая состоит из следующих семи групп:

S - восприимчивые (незараженные) индивидуумы с 3-х лет;

u - незарегистрированные случаи;

E - зараженные индивидуумы или находящиеся в инкубационном периоде;

I - инфицированные индивидуумы с симптомами;

R - вылеченные индивидуумы;

β - частота контактов между восприимчивыми и "инфицированными" группами;

γ - коэффициент интенсивности выздоровления инфицированных индивидов;

σ - соотношение подтвержденных инфекционных случаев к числу умерших/выздоровевших без подтверждения;

μ - частота обнаружения инфицированных случаев.

Г.6 Модель MSIR ("Наделенные иммунитетом от рождения - Восприимчивые - Контактные - Инфицированные - Выздоровевшие")

При многих инфекциях у матерей их младенцы часто не рождаются с ними и обладают иммунитетом к ряду таких заболеваний в течение первых нескольких месяцев жизни благодаря защите от материнских антител (передающихся через плаценту и дополнительно через молоко) - это называется пассивным иммунитетом. Такую дополнительную деталь можно показать, включив аналитический блок M (для материнского иммунитета) в начало модели, рисунок Г.6.



Рисунок Г.6 - Модель MSIR

Модель MSIR включает в популяцию новорожденных детей, приобретающих иммунитет внутриутробно. Чтобы обозначить это математически, добавлен дополнительный аналитический блок $M(t)$.

Модель MSIR характеризуется следующими дифференциальными уравнениями:

$$\frac{dM}{dt} = \Lambda - \delta M - \mu M, \quad (\text{Г.27})$$

$$\frac{dS}{dt} = \delta M - \frac{\beta \cdot S \cdot I}{N} - \mu \cdot S, \quad (\text{Г.28})$$

$$\frac{dI}{dt} = \frac{\beta \cdot S \cdot I}{N} - \gamma \cdot I - \mu \cdot I, \quad (\text{Г.29})$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma \cdot I - \mu \cdot R, \quad (\text{Г.30})$$

где $N = M + S + I + R$ - вся популяция, которая состоит из следующих семи групп:

M - индивидуумы, наделенные иммунитетом от рождения;

S - восприимчивые (незараженные) индивидуумы с 3-х лет;

I - инфицированные индивидуумы с симптомами;

R - вылеченные индивидуумы;

Λ - рождаемость индивидуумов;

δ - частота обнаружения инфицированных случаев;

γ - коэффициент интенсивности выздоровления инфицированных индивидов;

β - коэффициент интенсивности контактов индивидов с последующим инфицированием;

μ - уровень смертности.

УДК 614.894:006.354

ОКС 13.200

Ключевые слова: безопасный город, прогнозная аналитическая модель, метод Байеса, вероятностная оценка угроз, прогнозирование эпидемий вирусных респираторных заболеваний, респираторная вирусная инфекция

Электронный текст документа
подготовлен АО "Кодекс" и сверен по:
официальное издание
М.: ФГБУ "РСТ", 2023