

С.М. ТАРАБУКИНА<sup>1</sup>, к.фарм.н., Л.В. МОШКОВА<sup>2</sup>, д.фарм.н., профессор

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова»

<sup>2</sup> ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов»

10.21518 / 1561-5936-2018-9-46-51

# Классификация муниципальных районов Республики Саха (Якутия) по уровню оказания фармацевтической помощи с использованием математических методов

Применен кластерный анализ для классификации муниципальных районов Республики Саха (Якутия) по уровню организации фармацевтической помощи населению. Обоснована практическая необходимость использования инструментария классификации на региональном уровне для последующей оценки доступности лекарственной помощи. В качестве критериев классификации логическим путем отобраны 5 показателей, характеризующих социально-экономическое развитие районов и состояние в них медицинской и фармацевтической помощи. Результаты кластерного анализа и математические модели свидетельствуют об имеющейся внутрирегиональной диспропорции в развитии фармацевтической службы. Анализ различий в уровне развития фармацевтической службы осуществлен с помощью абсолютных показателей, определяющих возможность получения фармацевтической помощи в сформированных кластерах. Разработана блок-схема анализа доступности фармацевтической помощи в Республике Саха (Якутия). Рекомендовано использование результатов кластеризации для обоснования стратегии развития фармацевтической службы Республики Саха (Якутия) и разработки оптимальной модели обеспечения доступности лекарственной помощи с использованием социально ориентированных технологий.

## Ключевые слова:

лекарственное обеспечение, фармацевтические организации, муниципальные районы, кластерный анализ, кластеры, фармацевтическая помощь, доступность, показатели социально-экономического развития, социально ориентированные технологии

## ВВЕДЕНИЕ

Качественное лекарственное обеспечение – это обеспечение максимальной доступности и рационального использования эффективных и безопасных лекарственных средств и изделий медицинского назначения как на амбулаторном, так и стационарном этапе лечения пациентов независимо от места их проживания. Большинство российских авторов отмечают, что, несмотря на принятые меры государственного регулирования в сфере обращения лекарственных средств, проблема доступности лекарственной помощи, особенно в малонаселенных и отдаленных районах, остается весьма актуальной. В Российской Федерации (далее РФ) вопросам совершенствования лекарственного обеспечения (далее ЛО) и регулирования доступности лекарственной помощи в регионах отводится важное место. Однако условия развития фармацевтической службы, особенности организации ЛО

## SUMMARY

**Keywords:** *pharmacological support, pharmaceutical organizations, municipal districts, cluster analysis, clusters, pharmaceutical aid, availability, socio-economic development indicators, socially oriented technologies*

The authors used a cluster analysis for classification of the Republic of Sakha (Yakutia) municipal districts by level of management of pharmaceutical aid provided to the population. They substantiated the practical necessity of using the classification tools at the regional level for a subsequent assessment of the availability of pharmaceutical aid. Five indicators characterizing the socio-economic development of the regions and the state of medical and pharmaceutical aid in them were selected as classification criteria based on logical grounds. The cluster analysis and mathematical models showed the existing intra-regional disproportion in the development of the pharmaceutical service. The differences in the level of development of the pharmaceutical service were analysed using absolute indicators that determine the possibility of obtaining pharmaceutical aid in the formed clusters. A block diagram of the analysis of the availability of pharmaceutical aid in the Republic of Sakha (Yakutia) has been developed. The clustering results are recommended to be used to substantiate the strategy for development of the pharmaceutical service in the Republic of Sakha (Yakutia) and to develop an optimal model for ensuring the availability of pharmaceutical aid using socially oriented technologies.

S.M. TARABUKINA<sup>1</sup>, Ph.D. in pharmacy, L.V. MOSHKOVA<sup>2</sup>, Doctor of pharmaceutical Sciences, Prof.

<sup>1</sup> Ammosov North-Eastern Federal University

<sup>2</sup> RUDN University

**Classification of the Republic of Sakha (Yakutia) municipal districts by level of pharmaceutical aid provided using mathematical methods**

в экстремальных условиях проживания населения, в первую очередь в северных и арктических районах РФ, до сих пор недостаточно изучены. Нет единого мнения относительно целесообразности разработки комплекса мероприятий, направленных на снижение различий в доступности лекарственной помощи на северных и арктических территориях, имеющих крайне низкую плотность населения.

В связи с этим существует необходимость обоснования и разработки комплексной территориальной политики, ориентированной на развитие фармацевтической службы в регионе в целом и на снижение внутрирегиональных различий в доступности лекарственной помощи. Это позволит сделать имеющуюся диспропорцию размещения фармацевтических сил региона более контролируемой и управляемой.

На первом этапе был решен комплекс задач по классификации муниципальных районов Республики Саха (Якутия) в зависимости от уровня организации фармацевтической помощи населению.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для классификации муниципальных районов Республики Саха (Якутия) по уровню организации фармацевтической помощи нами были выбраны следующие методы кластерного анализа: иерархический агломеративный метод, метод-алгоритм k-средних (k-means, или быстрый кластерный анализ), метод ближайших соседей (англ. k-nearestneighborsalgorithm, k-NN) – метрический алгоритм для автоматической классификации объектов или регрессии.

При исследовании совокупности муниципальных районов Республики Саха (Якутия) установили, что каждый муниципальный район характеризуется k-измеренными признаками, значения которых формируют условия для развития фармацевтической службы. В качестве измеряемых признаков нами логическим путем были отобраны пять показателей, характеризующих состояние социально-экономического развития

района и организации медицинской и фармацевтической помощи: расстояние от районного центра муниципального образования республики до г. Якутска, численность населения, численность экономически активного населения, количество медицинских и фармацевтических организаций в абсолютных и относительных показателях (количество на 1000 жителей). Набор исследуемых показателей входит в официальную статистику муниципальных образований и органа исполнительной власти.

Площадь Республики Саха (Якутия) составляет 3 103,2 тыс. км<sup>2</sup>, протяженность территории с севера на юг – 2000 км, с запада на восток – 2500 км. Большая часть территории относится к арктическому и субарктическому континентальному климатическому поясу. На территории республики находятся полоса холода – Верхоянск и Оймякон (средняя температура января – –48 °С, абсолютный минимум – –71 °С). На всей территории распространена многолетняя мерзлота. Численность населения по состоянию на 01.01.2018 г. – 962,8 тыс. человек, численность экономически занятого населения – 454,6 тыс. человек, плотность населения – 0,3 человек на 1 км<sup>2</sup>.

Республика Саха (Якутия) включает следующие административно-территориальные единицы:

- ◆ 34 улуса (района), в том числе 3 национальных (Жиганский эвенкийский, Оленекский эвенкийский, Эвено-Бытантайский);
  - ◆ 1 город республиканского значения (Якутск);
  - ◆ 364 наслега (сельских округов), в том числе 40 национальных.
- Количество населенных пунктов составляет:
- ◆ 13 городов (5 городов республиканского и 8 городов улусного (районного) подчинения);
  - ◆ 42 поселка городского типа;
  - ◆ 586 сел (сельских населенных пунктов) [1, 2].

В Республике Саха (Якутия) создана трехуровневая система здравоохранения. Первичная медико-санитарная помощь представлена 34 центральными районными больницами,

1 районной больницей, 65 врачебными амбулаториями, 150 участковыми больницами, 212 фельдшерско-акушерскими пунктами, 16 городскими больницами, 2 станциями скорой специализированной медицинской помощи. На базе центральных районных больниц функционируют межрайонные отделения (2-й уровень – первичные сосудистые отделения, родильные отделения, травматологические отделения). Специализированная, в том числе высокотехнологичная, медицинская помощь (3-й уровень) оказывается в 19 специализированных республиканских учреждениях.

На территории республики осуществляет фармацевтическую деятельность 221 организация (юридические лица и индивидуальные предприниматели), в том числе:

3 открытых акционерных общества с долей государства в уставном капитале, 20 муниципальных унитарных фармацевтических организаций, 85 индивидуальных предпринимателей, 113 фармацевтических организаций других форм собственности. Из них имеют сеть аптечных организаций (две и более) – 109.

В соответствии с Указом Президента РФ от 2 мая 2014 г. в № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации», в Арктическую зону входят 5 районов Республики Саха: Анабарский, Аллаиховский, Булунский, Нижнеколымский и Усть-Янский [5].

К арктическим и северным районам Республики Саха (Якутия) относятся 13 районов Республики Саха (Якутия): Абыйский, Аллаиховский, Анабарский, Булунский, Верхоянский, Верхнеколымский, Жиганский, Момский, Нижнеколымский, Оленекский, Среднеколымский, Усть-Янский, Эвено-Бытантайский улусы [4].

Арктические районы республики занимают прибрежную часть Северного Ледовитого океана. Общая площадь составляет 593,9 тыс. км<sup>2</sup>.

Всего на территории Арктики и Крайнего Севера республики функционируют 13 организаций розничной торговли лекарствами, считая все

прикрепленные филиалы, что составляет 5,2% от общего количества аптек. 76,9% занимает государственный сегмент, 23,1% – частный сегмент.

Алгоритм кластеризации по типу иерархического агломеративного метода связан с построением дендрограммы – древовидной диаграммы, содержащей n-уровни, каждый из которых соответствует одному из шагов процесса последовательного укрупнения кластеров. Дендрограмма, или матрица расстояний, представляет собой группировку объектов – муниципальных районов Республики Саха (Якутия) – по условиям доступности фармацевтической помощи для населения.

По другому неиерархическому методу кластерного анализа – алгоритма k-средних (k-means) – муниципальные районы республики условно разделены на 3 кластера. В отличие от иерархического метода, где не требуются предварительные предположения относительно количества возможных кластеров, для этого метода необходимо иметь гипотезу о вероятном количестве кластеров или групп кластеров. Выбор числа может базироваться на результатах предшествующих исследований, общепринятом мнении или на эмпирическом отборе. Общая идея алгоритма состоит в том, что объекты распределяются по k-кластерам так, что средние значения в кластерах (для всех переменных) максимально отличаются друг от друга.

На основании предшествующих наших исследований нами определено число кластеров по уровню доступности фармацевтической помощи в Республике Саха (Якутия) – 3 кластера, а также их центры (табл. 1). Все 35 объектов (муниципальных образований) присоединены к тому кластеру, расстояние до которого является наименьшим.

Процесс вычисления центров и перераспределения продолжили до тех пор, пока не выполнили следующие условия:

- ◆ число итераций равно максимально возможному заданному числу итераций;

**ТАБЛИЦА 1** Начальные центры кластеров

|  | Кластер |     |    |
|--|---------|-----|----|
|  | 1       | 2   | 3  |
| Расстояние от райцентра до Якутска           | 117     | 0   | 11 |
| Численность населения                        | 708     | 311 | 27 |
| Численность экономически активного населения | 561     | 164 | 15 |
| Количество медицинских организаций           | 10      | 25  | 3  |
| Количество фармацевтических организаций      | 38      | 140 | 1  |

**ТАБЛИЦА 2** История итераций

| Итерация | Изменения центров кластеров |      |           |
|----------|-----------------------------|------|-----------|
|          | 1                           | 2    | 3         |
| 1        | 31 271,116                  | ,000 | 12 240,02 |
| 2        | ,000                        | ,000 | ,000      |

**ТАБЛИЦА 3** Конечные центры кластеров

|  | Кластер |     |     |
|--|---------|-----|-----|
|  | 1       | 2   | 3   |
| Расстояние от райцентра до Якутска           | 888     | 0   | 110 |
| Численность населения                        | 570     | 311 | 138 |
| Численность экономически активного населения | 281     | 164 | 677 |
| Количество медицинских организаций           | 12      | 25  | 14  |
| Количество фармацевтических организаций      | 18      | 140 | 3   |

**ТАБЛИЦА 4** Расстояния между конечными центрами кластеров

| Итерация | Изменения центров кластеров |             |        |
|----------|-----------------------------|-------------|--------|
|          | 1                           | 2           | 3      |
| 1        | -                           | 288 829,721 | 238    |
| 2        | 288 829,721                 | -           | 33 704 |
| 3        | 48 238,149                  | 337 048,262 | -      |

- ◆ кластерные центры стабилизировались, то есть все наблюдения принадлежат тому кластеру, которому они принадлежали до текущей итерации (табл. 2).

Кластеризация достигнута по критерию малой величины, или отсутствия изменений в положении центров кластеров. Максимальное абсолютное изменение координаты любого кластера составляет,000. Текущая итерация 2. Минимальное расстояние

между начальными центрами 87327,564 (табл. 3, 4).

Кластеризация муниципальных районов Республики Саха (Якутия) по уровню оказания фармацевтической помощи населению позволила выявить некоторые тенденции и сделать обобщения относительно текущего состояния фармацевтической службы.

По конечным центрам кластеров, разделенных на 3 группы, можно

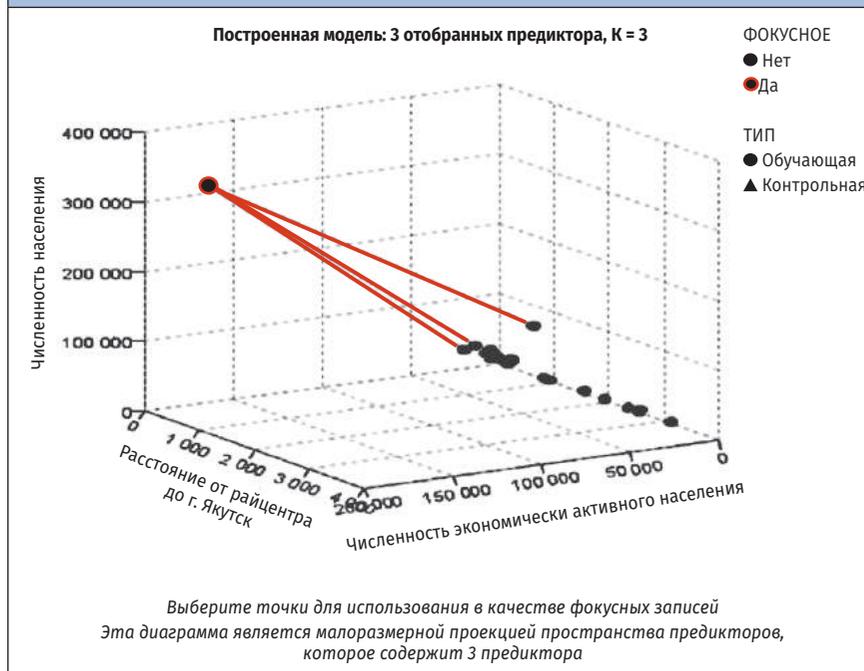
рассчитать количество жителей, приходящихся на 1 фармацевтическую организацию (аптека, аптечный пункт, аптечный киоск). Так, в Якутске на 1 фармацевтическую организацию приходится 2200 человек, а в кластере, объединяющем 4 муниципальных района, – 3170 человек. В 3-м кластере на 1 фармацевтическую организацию приходится в среднем 4600 человек. Обеспеченность фармацевтическими специалистами с высшим образованием на 10 тыс. жителей колеблется от 6 до 1,1. При этом в 6 муниципальных районах, относящихся к 3-му кластеру, фармацевтические специалисты с высшим образованием отсутствуют. Обеспеченность фармацевтическими специалистами со средним образованием на 10 тыс. жителей по республике в среднем составляет 6,5. Низкие показатели в диапазоне 2,2–4,5 отмечены в муниципальных районах 3-го кластера.

Анализ территориального расположения муниципальных районов, отнесенных к 3-му кластеру, позволяет определить сходство данных муниципальных районов еще по одному показателю, такому как расстояние районного центра до Якутска. Среднее расстояние в данном кластере составляет больше 1100 км.

Для повышения достоверности результатов классификации муниципальных районов по уровню оказания фармацевтической помощи использовали другой метод кластерного анализа – метод ближайших соседей (англ. *k*-nearestneighborsalgorithm, *k*-NN). Термин означает, что выбирается *k* «верхних соседей» для рассмотрения их в качестве «ближайших соседей» [6].

Метод ближайших соседей можно считать самым распространенным алгоритмом, используемым для классификации. Объект, подвергающийся классификации, принадлежит к тому классу  $u_i$ , к которому относится самый близкий объект обучающей выборки  $x_i$ . Анализируемый объект принадлежит к тому же классу, что и основная масса его соседей, то есть *k*-близких к нему объектов анализируемой выборки  $x_i$ .

РИСУНОК 1 Пространство предикторов



Для классификации нами отобраны следующие *k*-предикторы: расстояние районного центра до г. Якутска; численность населения муниципального района; численность экономически активного населения муниципального района; количество медицинских организаций в абсолютных и относительных показателях; количество фармацевтических организаций в абсолютных и относительных показателях. В пространстве трех измерений модель классификации муниципальных районов по уровню доступности фармацевтической помощи изображена на рисунке 1. При расчете величины расстояния между точками, отражающими положение объектов в пространстве, показатель, имеющий большие значения, доминирует над показателями с малыми значениями.

Следует отметить, что количество медицинских учреждений в муниципальных районах Республики Саха (Якутия) приведено без учета вида оказываемой медицинской помощи, специализации и коечного фонда. Специализированная, в том числе высокотехнологичная, медицинская помощь оказывается в республиканских учреждениях, расположенных в Якутске.

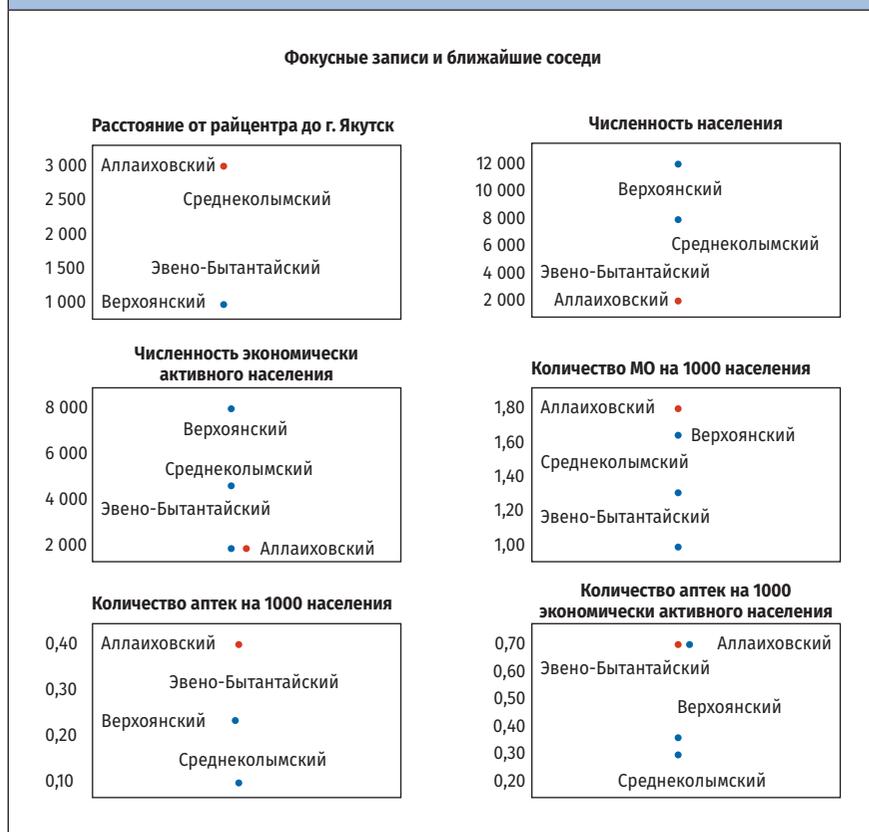
Таким образом, классификация по уровню организации лекарственной помощи и условиям развития фармацевтической службы методом ближайших соседей в большей степени предназначена для муниципальных районов республики.

Кластеризация групп территорий республики методом ближайших соседей позволяет каждый муниципальный район отнести к тому классу, который является наиболее распространенным среди *k*-соседей данного элемента, классы которых уже известны.

Так, классификация методом ближайших соседей позволяет распределить все муниципальные районы в 5 основных групп:

♦ 1-й кластер объединил 4 муниципальных района Республики Саха (Якутия) – Мирнинский, Нерюнгринский, Алданский, Ленский, где число жителей на 1 фармацевтическую организацию в среднем составляет 2 тыс., что в 2 раза выше среднереспубликанского показателя. Обеспеченность провизорами составляет 4, а фармацевтами – 6,5 на 10 тыс. жителей, что соответствует среднереспубликанскому показателю.

РИСУНОК 2 Диаграмма соседей



◆ 2-й кластер – муниципальные районы Вилюйский, Горный, Мегино-Кангаласский, Амгинский, Томпонский, Намский, Верхневилуйский, где число жителей, приходящихся на 1 фармацевтическую организацию, в среднем составляет 3,8 тыс. Обеспеченность провизорами на 10 тыс. жителей составляет в среднем 2,2, фармацевтами – 6,8.

◆ 3-й кластер объединил 8 муниципальных районов Республики Саха (Якутия) с числом жителей на 1 фармацевтическую организацию 4,5 тыс. Обеспеченность провизорами на 10 тыс. населения составляет 3,3, фармацевтами – 4,9.

◆ 4-й кластер объединил северные и арктические районы Республики Саха (Якутия). Эта группа характеризуется низкими показателями обеспеченности фармацевтическими специалистами и количества жителей на 1 фармацевтическую организацию в сравнении с другими кластерами и среднереспубликанскими значениями. В данном кластере число

жителей, приходящихся на 1 фармацевтическую организацию, составляет 6,5 тыс. Обеспеченность провизорами на 10 тыс. населения – 1,2, фармацевтами – 3,8.

При классификации муниципальных районов методом ближайших соседей арктические районы были сгруппированы вместе с районами Крайнего Севера: Верхоянским, Эвено-Бытантайским, Среднеколымским, что подтверждается сходством отобранных показателей (рис. 2).

В 5-й кластер вошел город Якутск, характеризующийся сверхвысоким уровнем всех показателей, отобранных для кластерного анализа, а также высокими показателями доступности лекарственной помощи для населения.

Классификация муниципальных районов Республики Саха (Якутия) по организации фармацевтической помощи методами кластерного анализа проведена в целях выявления муниципальных районов, имеющих самые низкие показатели. Требуется

дальнейшая детальная интерпретация полученных данных для точного описания населенных пунктов, находящихся вне зоны качественного ЛО, с последующей разработкой механизмов и технологий, направленных на повышение фармацевтической помощи их жителям.

В связи с этим нами разработана блок-схема анализа доступности фармацевтической помощи в Республике Саха (Якутия). Оценка доступности фармацевтической помощи осуществляется для следующих видов работ и услуг, составляющих фармацевтическую деятельность:

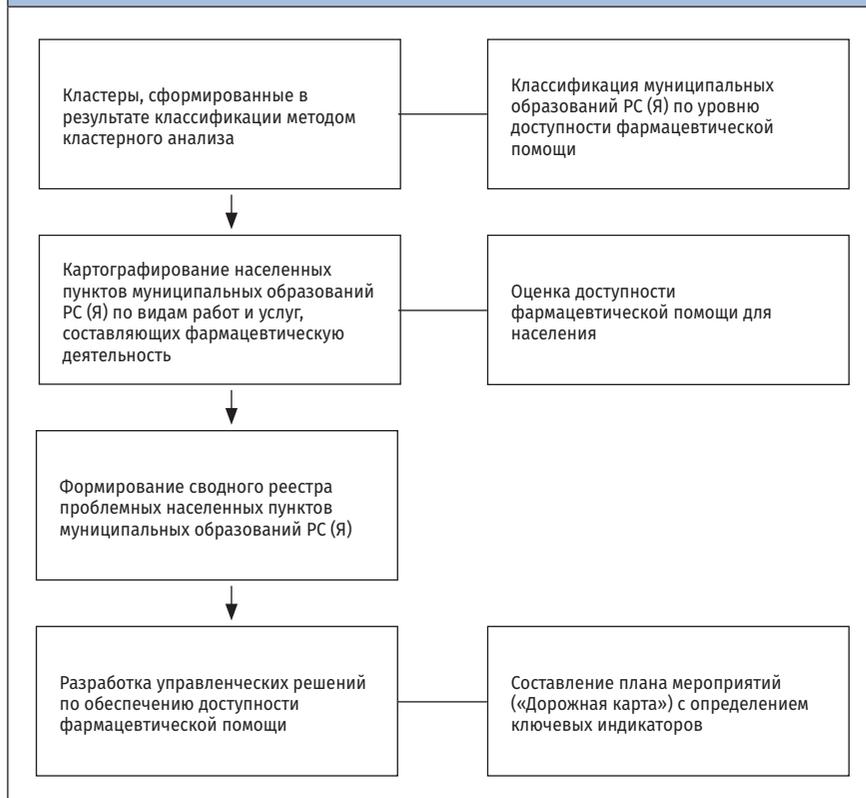
- ◆ оптовая торговля лекарственными средствами для медицинского применения;
- ◆ хранение лекарственных средств для медицинского применения;
- ◆ хранение лекарственных препаратов для медицинского применения;
- ◆ перевозка лекарственных средств для медицинского применения;
- ◆ перевозка лекарственных препаратов для медицинского применения;
- ◆ розничная торговля лекарственными препаратами для медицинского применения;

◆ отпуск лекарственных препаратов для медицинского применения; изготовление лекарственных препаратов для медицинского применения [3].

На первом этапе с использованием возможностей геоинформационной системы, данных открытого и общедоступного государственного информационного ресурса, содержащего сведения из реестра лицензий на ведение фармацевтической деятельности в Республике Саха (Якутия), а также результатов кластеризации по уровню оказания фармацевтической помощи производится картографирование населенных пунктов, определяются точки (населенные пункты), находящиеся вне зоны фармацевтической деятельности вышеуказанных видов.

На втором этапе анализа формируется сводный реестр проблемных населенных пунктов, определяются отсутствующие виды работ и услуг, составляющих фармацевтическую деятельность.

**РИСУНОК 3** Блок-схема анализа доступности фармацевтической помощи в Республике Саха (Якутия)



На третьем этапе разрабатываются решения по обеспечению доступности фармацевтической помощи во всех населенных пунктах в виде плана мероприятий («дорожной карты») с определением ключевых индикаторов оценки эффективности реализации перечня мероприятий (рис. 3).

Таким образом, результаты классификации муниципальных районов

Республики Саха (Якутия) по уровню оказания фармацевтической помощи с использованием математических методов могут быть использованы для обоснования стратегии развития фармацевтической службы Республики Саха (Якутия) и разработки оптимальной модели обеспечения доступности лекарственной помощи с использованием социально ориентированных технологий.

**ИСТОЧНИКИ**

1. Закон Республики Саха (Якутия) «Об административно-территориальном устройстве Республики Саха (Якутия)» от 06 июля 1995 г. 3 № 00–1. Конституция (Основной закон) Республики Саха (Якутия) от 04 апреля 1992 г.
2. Конституция (Основной закон) Республики Саха (Якутия) от 04 апреля 1992 г.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2011 г. «О лицензировании фармацевтической деятельности».

4. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 15 августа 2014 г. № 251 «О комплексной программе Республики Саха (Якутия) «Социально-экономическое развитие арктических и северных районов Республики Саха (Якутия) на 2014–2017 годы и на период до 2020 года».
5. Указ Президента РФ № 296 от 2 мая 2014 года «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации».
6. Чубукова И.А. DataMining [Текст]: уч. пособие. М.: Интернет-Университет информационных технологий: Бином. Лаб. знаний, 2006. 150 с. (Основы информационных технологий).

*кроме того...*

**Гонконгская компания оплатит исследования российского препарата**

Корпорация Essex Bio-Investments (Гонконг) вложила 17 млн долл. в проведение клинических исследований в США российского препарата для лечения офтальмологических заболеваний, разработанного биотехнологической компанией «Митотех» (входит в «Роснано»). По условиям соглашения Essex Bio-Investment обеспечит финансирование III фазы КИ комбинация SkQ1, которая должна быть запущена осенью текущего года. Ранее «Митотех» успешно завершила в США II фазу исследований глазных капель на базе SkQ1 с участием пациентов с синдромом сухого глаза. В России «Митотех» имеет необходимые подтверждения регулирующих органов для своей формулы капель на базе SkQ1. По данным разработчиков, молекула SkQ1 (ионы Скулачева) снимает воспаление, замедляет дегенерацию тканей и улучшает качество слезной жидкости.

**В производственных планах «Фармстандарта» – препарат для лечения ВИЧ**

Разработчик лекарств для лечения ВИЧ-инфекции компания «Вириом» планирует осуществить трансфер технологий производства своего препарата Элпида (элсульфавирин) на мощностях компании «Фармстандарт». Соответствующее соглашение уже подписано компаниями. Выпуск Элпиды будет налажен на заводе «Фармстандарта» в Курске. Первую партию препарата Элпида завод «Фармстандарта» планирует выпустить в 2020 г. В дальнейшем стороны рассматривают возможность совместной разработки комбинированных и пролонгированных форм ЛС. Элпида был зарегистрирован в России в 2017 г., тогда же «Вириом» подал заявку на включение препарата в перечень ЖНВЛП и госпрограммы «Обеспечение необходимыми лекарственными средствами» и «7 нозологий» с 2019 г. Разработка Элпиды велась «Вириомом» совместно с швейцарской фармкомпанией Roche.