

# АРКТЕК

## Повышение доступности медицинской помощи в Арктической зоне РФ

Геоаналитический сервис  
с комплексным рейтингом  
и деревом решений

Проект команды  
**ДЕПАРТАМЕНТ**

04 июля 2023 года



+7 (916) 709-43-68



vladislav.terentyev@gmail.com



phil\_sopher

Фото: Gelio | Slava Stepanov

## Владислав Терентьев

Руководитель проекта  
Аналитик

30 лет, Балашиха, Московская область  
Старший руководитель проектов  
в НИИ «Восход» (2022 – 2023)



Координировал разработку и внедрение  
информационных систем для  
Минцифры России, Минздрава России и  
других государственных учреждений

## Константин Емельянов

Java-разработчик

34 года, Ногинск, Московская область



Senior Java Developer  
в крупном системном интеграторе

Сертифицированный специалист Erdas Imagine —  
имеет большой опыт разработки  
геоинформационных систем и работы с  
геопространственными данными

## Мила Минниханова

Инженер данных

32 года, Балашиха, Московская область



Инженер данных  
в НИИ «Восход» (2022 – 2023)

Работала на data-проектах Национальной системы  
управления данными;  
участвовала в развитии реестров аккредитованных  
IT-компаний и IT-льготополучателей

## Юрий Стукалов

Бэкенд-разработчик

32 года, Москва



Python-разработчик. Имеет опыт  
процессинга данных различных форматах,  
сохранение в базы данных, а также  
передачи и обработки

## Никита Бисеров

Фронтенд-разработчик

25 лет, Москва



Более двух лет работал на различных проектах  
в качестве фронтенд-разработчика  
Применяемый стек — React/NextJs,  
Redux/Zustand, SCSS/Tailwind, Typescript/Go



# ЧТО МЫ ДЕЛАЕМ?

Геосервис, который выявляет населенные пункты и муниципалитеты с низкой доступностью здравоохранения, оценивает ситуацию и дает рекомендации по ее улучшению

Наш сервис использует более, чем **18 критериев** для расчета **интегрального рейтинга доступности медицинской помощи**, чтобы помогать гражданам **своевременно найти помощь**, а государству и муниципальным властям **эффективнее принимать решения**



# ПОЧЕМУ МЫ ЭТО ДЕЛАЕМ?

По нашим оценкам, **60 %** муниципальных образований Арктической зоны РФ с населением **1 253 219 чел.** находятся в зонах **сниженной и низкой** доступности здравоохранения.

**Гражданам** нужно понимать, какая медицинская организация сможет **помочь именно им.**

**Органам власти** нужно понимать, **какие решения нужно принимать** для повышения доступности здравоохранения



# КАК МЫ ЭТО ДЕЛАЕМ?

Фронтенд

Typescript, NextJs

Бэкенд

Java Spring, Python

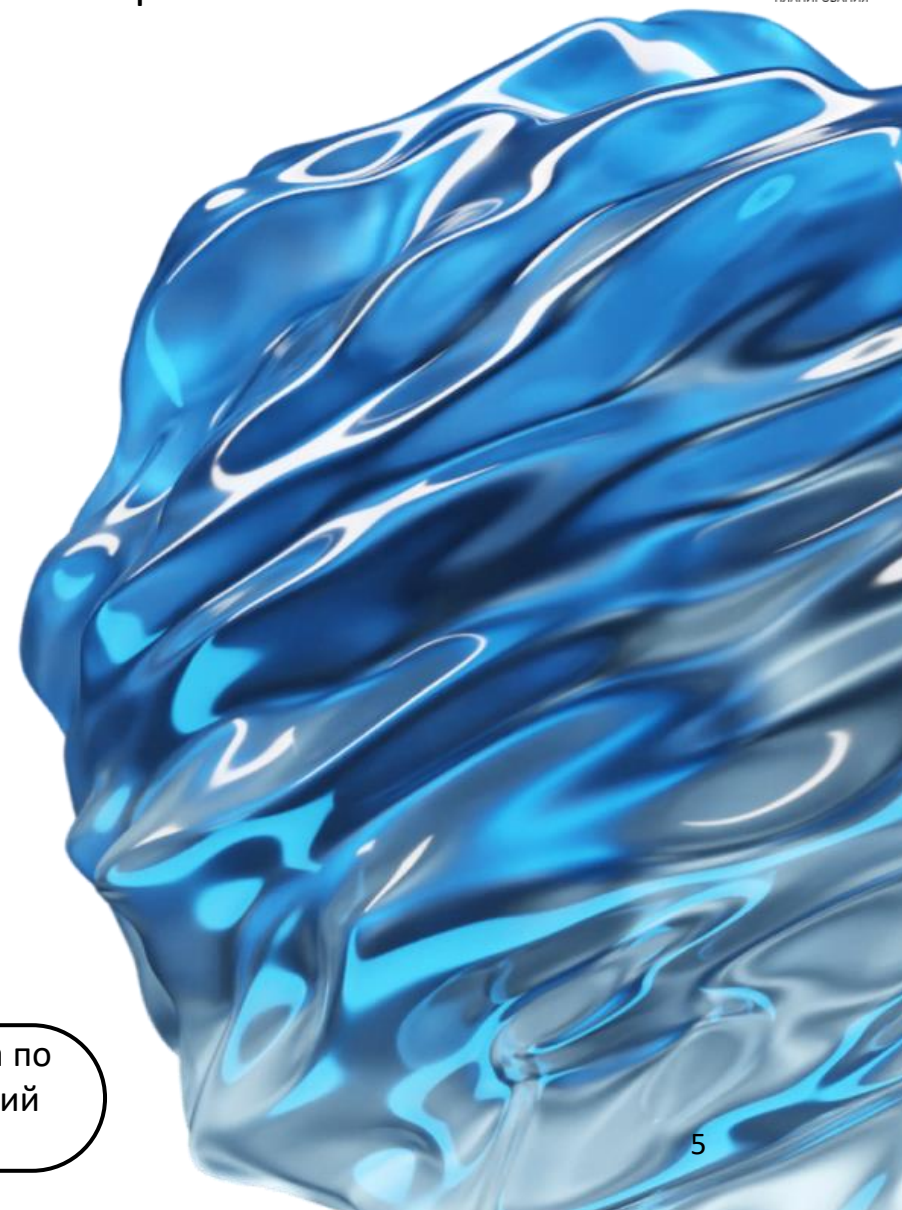
Карты

Mapbox GL

АРКТЕК



ВОСТОЧНЫЙ ЦЕНТР  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПЛАНИРОВАНИЯ





## Как мы считаем рейтинг

При расчете интегрального рейтинга мы используем данные по более, чем **18 основным критериям** доступности медицинской помощи и заболеваемости в Арктической зоне РФ



Рейтинг доступности медицинской помощи по дополнительным критериям ( $R_a$ )

рассчитывается как сумма нормализованных значений дополнительных критериев доступности с учетом веса каждого критерия. По умолчанию веса критериев равны.



Рейтинг первичной заболеваемости ( $R_i$ )

рассчитывается как сумма нормализованных значений критериев первичной заболеваемости по всем и отдельным классам болезней (в случаях на 100 тыс. чел.) с учетом веса каждого критерия. По умолчанию веса критериев равны.



Рейтинг территориальной доступности медицинской помощи ( $R_t$ )

рассчитывается как сумма нормализованных значений критериев расстояния и времени от отдельных населенных пунктов до ближайших медицинских организаций. По умолчанию веса критериев равны.

## ИНТЕГРАЛЬНЫЙ РЕЙТИНГ

100-балльное значение

Категория доступности

$$\sqrt[3]{R_a \times R_i \times R_t}$$

где каждое значение рейтинга переведено в 100-балльную шкалу

**A** — результат  $R_a$

**B** — результат  $R_i$

**C** — результат  $R_t$

 **100** макс. оценка  
в рейтинге

## Лидеры

г. Архангельск (Архангельская область)

Момский район  
(Республика Саха (Якутия))

Приморский район  
(Архангельская область)

## Аутсайдеры

Кольский муниципальный район  
(Мурманская область)

г. Оленегорск (Мурманская область)

Заполярный район  
(Архангельская область, Ненецкий АО)

Критерий	Лучшее значение	Худшее значение	Как считаем
Численность больничных коек на 1000 чел., шт./1000 чел.	<b>59,288</b>	<b>0,703</b>	Используем данные БДПМО Росстата по показателю «Число больничных коек, шт.» за 2013 год, делим на 1000 чел. Для рейтинга нормализуем с учетом максимальных и минимальных значений.
Мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, пос./см.	<b>264 477</b>	<b>9</b>	Используем данные БДПМО Росстата по показателю «Мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, пос./см.» за 2013 год. Для рейтинга нормализуем с учетом максимальных и минимальных значений.
Численность врачей всех специальностей на 1000 чел., чел./1000 чел.	<b>13,438</b>	<b>1,407</b>	Используем данные БДПМО Росстата по показателю «Численность врачей всех специальностей (без зубных)» за 2013 год, делим на 1000 чел. Для рейтинга нормализуем с учетом максимальных и минимальных значений.
Численность среднего медицинского персонала, чел., чел./1000 чел.	<b>28,321</b>	<b>6,423</b>	Используем данные БДПМО Росстата по показателю «Численность среднего медицинского персонала» за 2013 год. Для рейтинга нормализуем с учетом максимальных и минимальных значений.



# РЕЙТИНГ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ



100

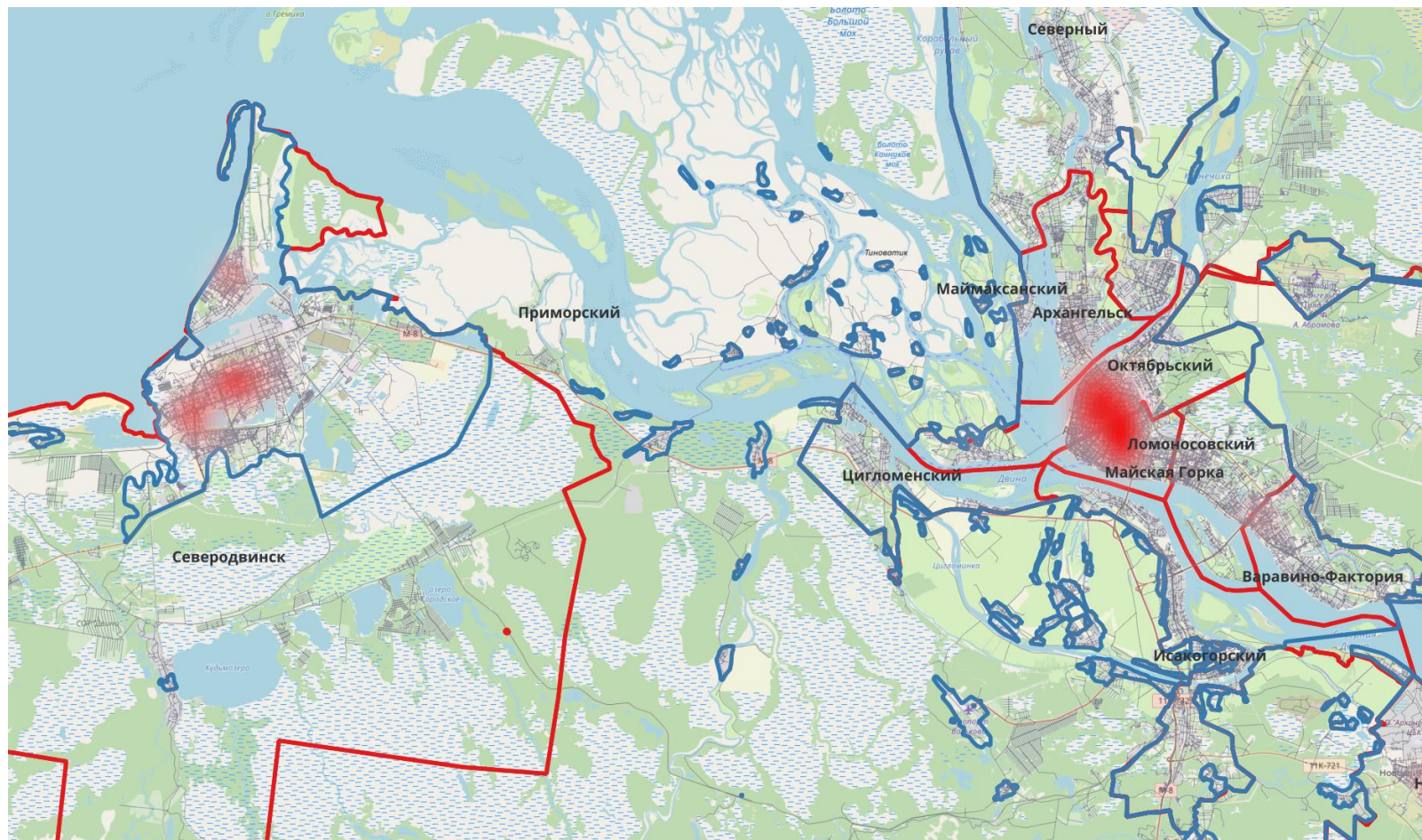
макс. оценка  
в рейтинге

Из-за отсутствия  
детализированных открытых  
данных мы используем  
**сгенерированные данные в  
рамках диапазонов значений**  
показателей заболеваемости  
по субъектам  
Арктической зоны РФ

(на основе данных бюллетеня  
«Состояние санитарно-  
эпидемиологического благополучия  
населения, проживающего в  
российской Арктике за 2020 г.»)

Критерий	Лучшее значение, случаев на 100 000 чел.	Худшее значение, случаев на 100 000 чел.
Первичная заболеваемость детского населения (дети от 0 до 14 лет) по всем классам болезней	147 785	245 392
Первичная заболеваемость подросткового населения (подростки от 15 до 17 лет) по всем классам болезней	108 374	254 121
Первичная заболеваемость взрослого населения (18 лет и старше) по всем классам болезней	53 136	83 349
Сахарный диабет I типа (дети от 0 до 14 лет)	13	58
Сахарный диабет II типа (взрослые от 18 лет и старше)	42	359
Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением (взрослые 18 лет и старше)	306	1 805
Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения (дети от 0 до 14 лет)	372	1 781
Злокачественные новообразования	174	489
Синдром зависимости от алкоголя	35	252
Эндемический зоб, связанный с йодной недостаточностью	2	128
Астма и астматический статус (взрослые 18 лет и старше)	22	95

# РЕЙТИНГ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДОСТУПНОСТИ



- границы населенных пунктов
- границы муниципальных образований
- автомобильные дороги
- тепловая карта медицинских учреждений

Рассчитывается как **СУММА** взвешенных результатов анализа **евклидовых расстояний** от населенных пунктов до ближайших организаций здравоохранения и **сетевого анализа дорожной сети.**

Анализ геоданных проводится в QGIS 3.32



# ШЕСТЬ ГРУПП ДОСТУПНОСТИ

## **A** Высокая доступность

Рекомендуется продолжать реализацию программ здравоохранения без изменений

## **C+** Сниженная доступность

Рекомендуется перераспределение бюджетных обязательств для строительства мед. организаций и привлечения специалистов из других регионов

## **B+** Достаточная доступность

В населенных пунктах со сниженной доступностью рекомендуется организовать контрольные мероприятия

## **C** Низкая доступность

Рекомендуется эскалировать ситуацию на региональный уровень для мобилизации ресурсов и коллегиального принятия решений

## **B** Умеренная доступность

Рекомендуется коррекция расходной части бюджета муниципалитета для повышения значений критериев доступности

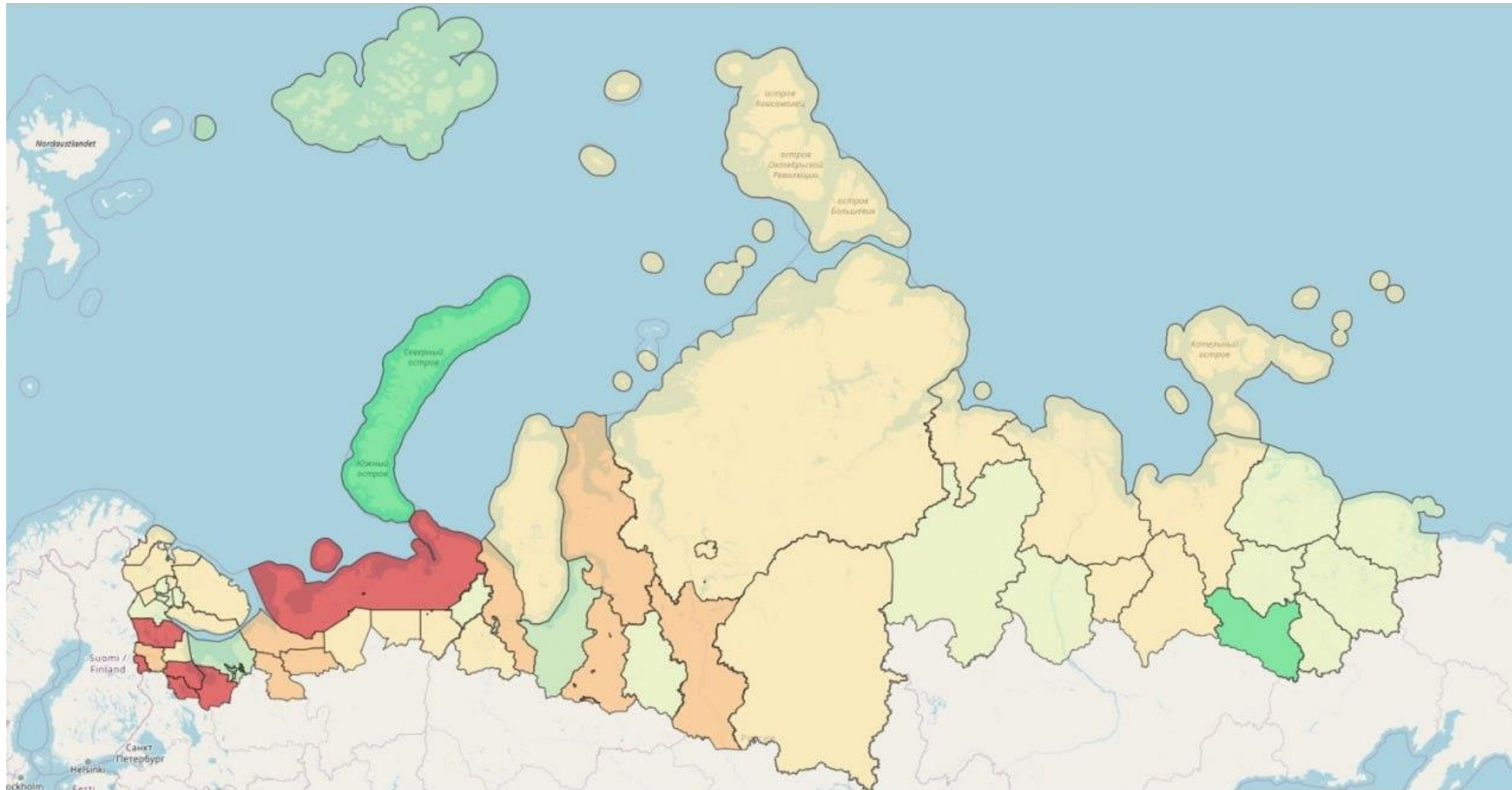
## **D** Крайне низкая доступность

Для корректировки ситуации требуется прямое участие региональных властей и институтов развития Арктической зоны РФ

## КАТЕГОРИЗАЦИЯ ДОСТУПНОСТИ

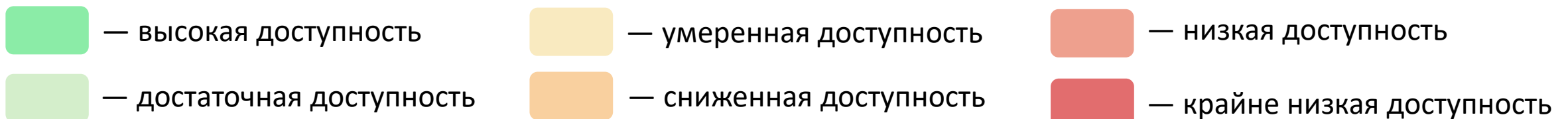
Категория доступности	Значение 100-балльной шкалы (для всех рейтингов)	Характеристика
A	76 – 100	Высокий уровень
B	51 – 75	Умеренный уровень
C	26 – 50	Сниженный уровень
D	0 – 25	Низкий уровень

# ШЕСТЬ ГРУПП ДОСТУПНОСТИ



Рейтинг  
муниципальных  
образований будет  
доступен в виде  
**одного из слоев** карты  
сервиса.

При выборе  
муниципального  
образования на карте  
будет открываться его  
карточка со  
**баллом рейтинга** и  
основной  
**аналитической**  
информацией





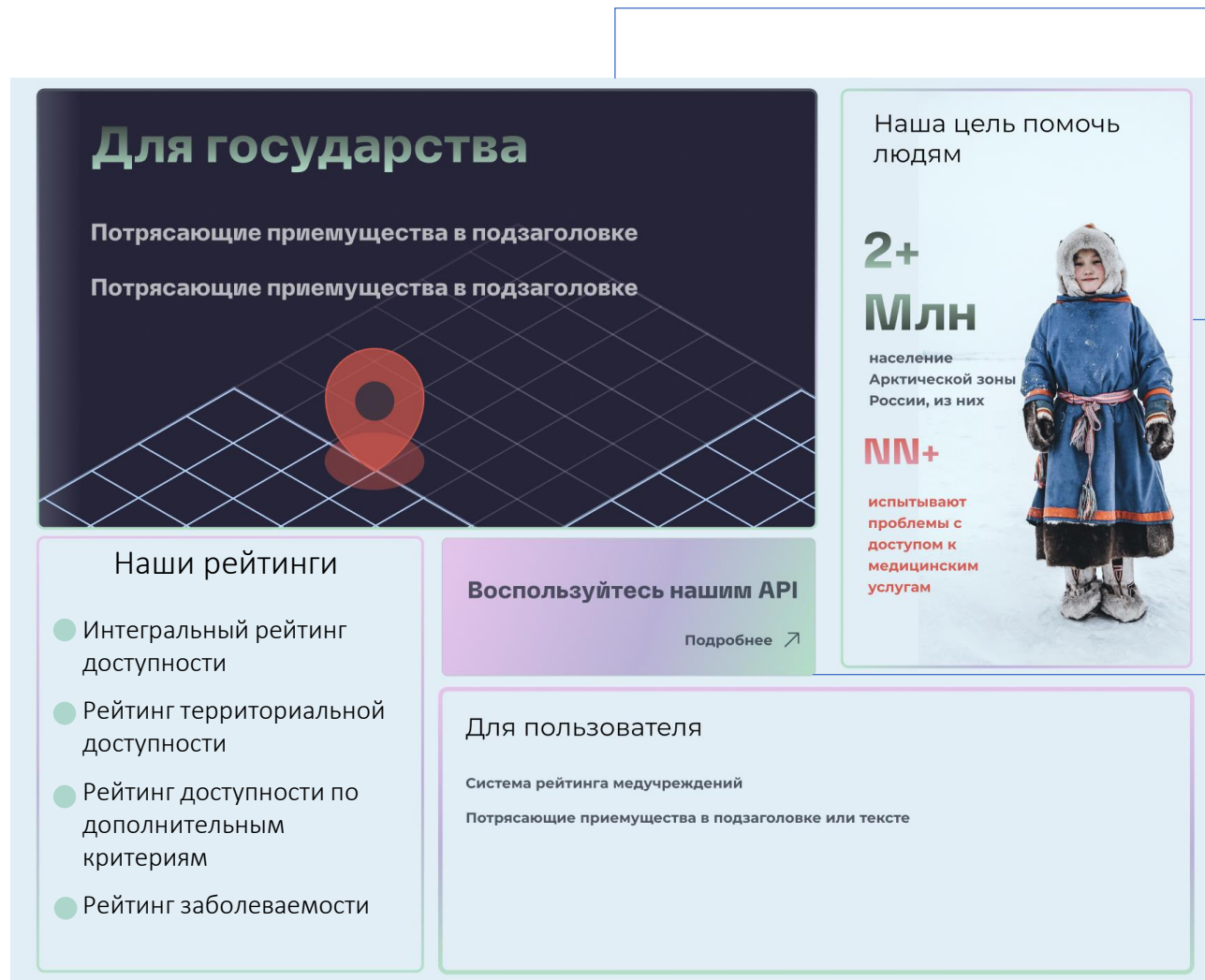
# ПРОТОТИП ИНТЕРФЕЙСОВ СЕРВИСА

Персонализированные пользовательские  
страницы с дашбордом, аналитикой и картой  
Арктической зоны РФ с отдельной  
функциональностью для принятия решений





# ПРОТОТИП ГЛАВНОЙ СТРАНИЦЫ



на главной странице отображается общая информация о функциональности сервиса и данных доступности для государственного заказчика и граждан

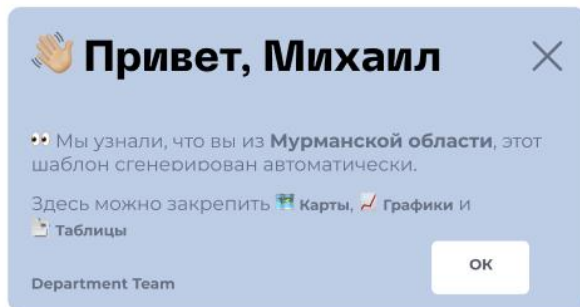
на основе данных отображается ключевая информация о состоянии доступности к медицинской помощи в Арктической зоне России

мы предоставляем возможность автоматически выгружать данные по API



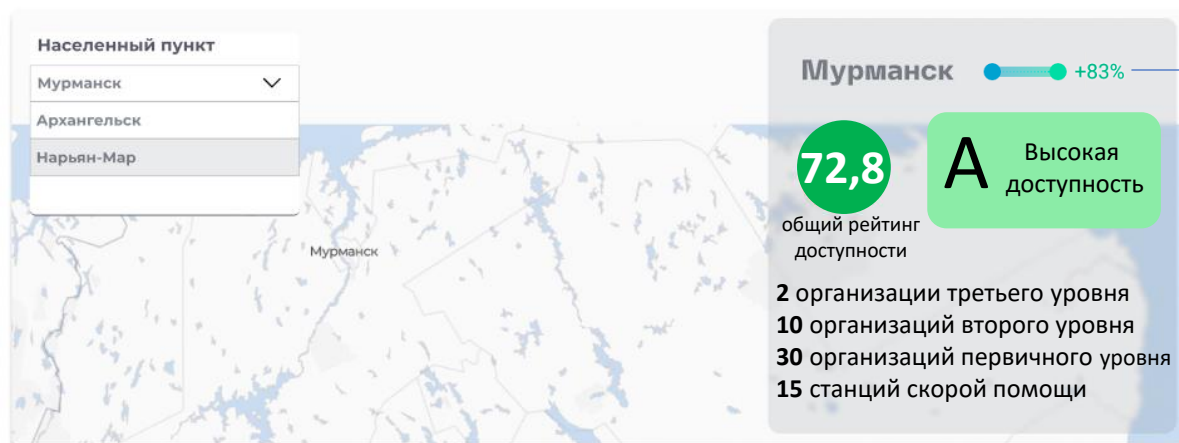
# ПРОТОТИП СТРАНИЦЫ ДАШБОРДА

сервис определяет местоположение пользователя  
(при соответствующем разрешении)



Мурманская область	
Город	Оценка
Мурманск	41
Апатиты	46
Кировск	39
МО Ковдорский	17
Мончегорск	28

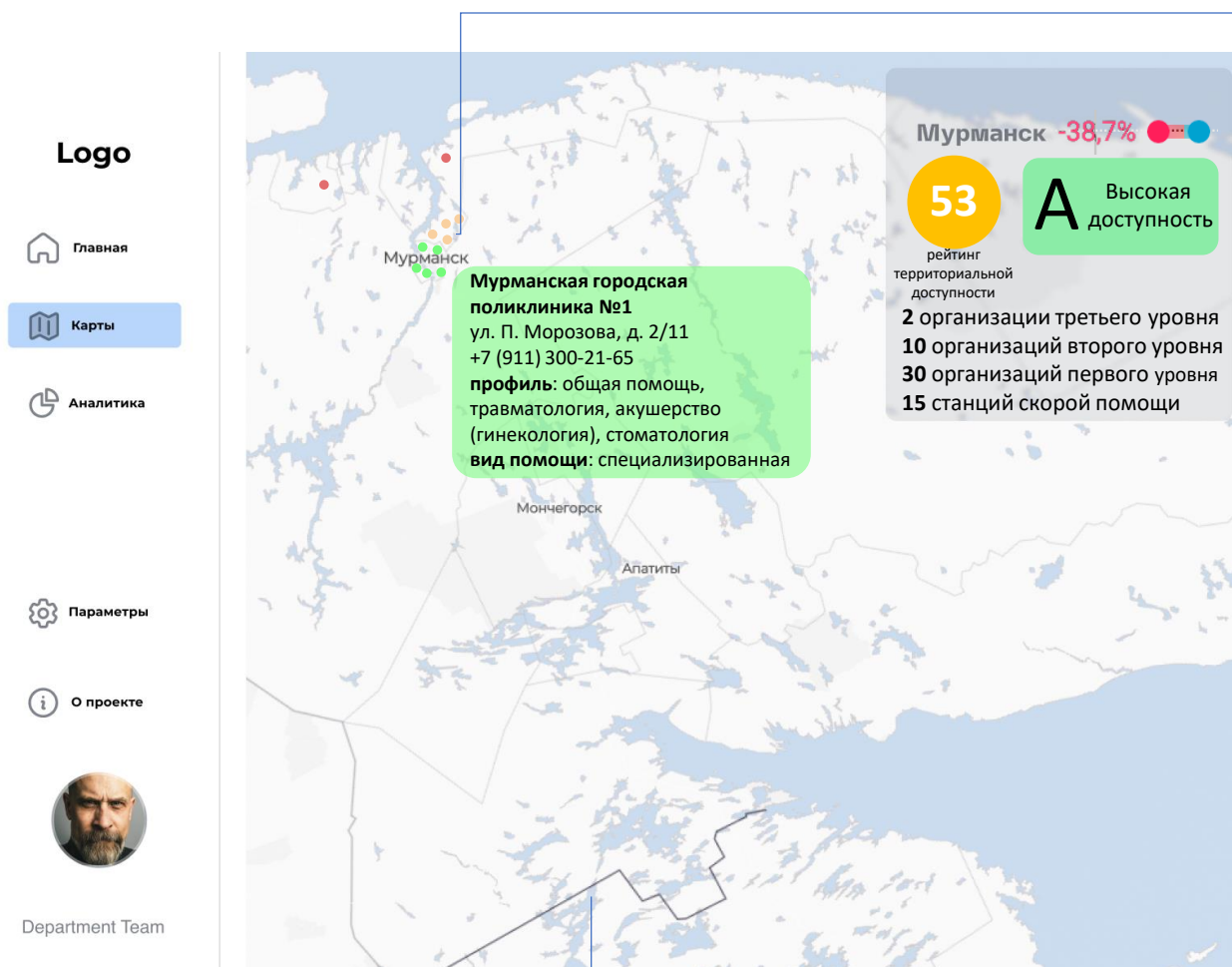
сервис отображает общую информацию о доступности медицинской помощи в муниципальных образованиях региона проживания пользователя



при выборе муниципалитета или населенного пункта на мини-карте отображается основная информация:

количество медицинских организаций разного уровня, рейтинг, положение относительно других муниципалитетов

# ПРОТОТИП ВКЛАДКИ «КАРТЫ»



в расширенной версии карты отображаются медицинские организации с карточками. Организации подкрашены в соответствии с критерием территориальной доступности от конкретного населенного пункта

при раскрытии карточки есть возможность перейти на страницу аналитики, где будет представлен полный спектр аналитической информации

в расширенной версии карты показывается вся геоаналитическая информация, включая граф дорог, границы населенных пунктов, расположение медицинских организаций и др.



Благодарим за внимание

АРКТЕК

ВОСТОЧНЫЙ ЦЕНТР  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ПЛАНИРОВАНИЯ

## **Приложение 1. Описание методологии**



## **1 шаг. Аккумуляция и обработка данных**

Данные по муниципальным образованиям субъектов РФ, входящих в Арктическую зону России, собраны в единый файл. Отобраны муниципалитеты с полным набором данных по показателям «Численность больничных коек, шт.», «Численность врачей всех специальностей (без зубных), чел.», «Численность среднего медицинского персонала, чел.», «Мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, пос./смен.».

Получены данные за 2013 г. по 66 муниципальным образованиям.

Также собраны данные по координатам и численности населения 1 309 нас. п. АЗРФ для использования в рейтинге территориальной доступности.

## **2 шаг. Нормализация данных муниципальных образований по населению.**

Данные по критериям доступности, за исключением мощности, нормализованы путем деления значений показателей на 1 000 чел. Это позволило перевести значения из абсолютной в относительную шкалу.

## **3 шаг. Нормализация данных в выборке по максимальным и минимальным значениям.**

Данные нормализованы по максимальным и минимальным значениям выборки. С одной стороны, такой подход ограничивает рейтингование значениями муниципальных образований АЗРФ. С другой стороны, учитывая особые условия, в которых находятся муниципальные образования российской Арктики, было бы некорректно сравнивать их с данными остальной России.

Тем не менее, для более полного анализа рекомендуется в будущем использовать, как минимум, данные показателей муниципальных образований субъектов РФ, входящих в федеральные округа, граничащие с АЗРФ, и, как максимум, данные муниципальных образований всей Российской Федерации.

# РЕЙТИНГОВАНИЕ

формула для нормирования показателя,  
для которого лучшим является  
минимальное значение:

$$P_{ij} = \frac{(P_{max} - P_j)}{(P_{max} - P_{min})}$$

где  $P_{ij}$  – преобразованное значение показателя  $j$  в группе  $i$  в анализируемом периоде для данного муниципального образования;

$P_{max}$  – максимальное значение показателя  $j$  в группе  $i$  в анализируемом периоде для данного муниципального образования;

$P_{min}$  – минимальное значение показателя  $j$  в группе  $i$  в анализируемом периоде для данного муниципального образования;

$P_j$  – значение показателя  $j$  в группе  $i$  в анализируемом периоде для данного муниципального образования.

## 4 шаг. Расчет весов.

По умолчанию принимается, что веса рейтингов территориальной доступности медицинской помощи, дополнительных критериев доступности, заболеваемости в муниципальных образованиях Арктической зоны РФ, равнозначные и в сумме равные 1.

При развитии проекта предлагается два сценария взвешивания критериев: экспертным методом, а также путем создания модели и машинном обучении для автоматизации процесса на основе реальных данных.



**5 шаг. Расчет рейтинга муниципальных образований по группе показателей  $i$ .**

$$R_i = \sum_{j=1}^m P_{ij} \times V_{ij}$$

где  $R_i$  — рейтинг муниципальных образований по группе показателей  $i$ ;

$P_{ij}$  — преобразованное значение показателя  $j$  в группе  $i$  в анализируемом периоде для данного муниципального образования;

$m$  — количество показателей в группе  $i$ ;

$V_{ij}$  — весовой коэффициент показателя  $j$  в группе  $i$ .

**6 шаг. Перевод балла рейтинга в стобалльную шкалу для удобства анализа и использования.**

$$R_{i100} = \frac{R_i}{R_{max}} \times 100,$$

где  $R_{i100}$  — значение рейтинга муниципального образования, переведенное в стобалльную шкалу;

$R_i$  — рейтинг муниципальных образований по группе показателей  $i$ ;

$R_{max}$  — максимальное значение рейтинга муниципального образования в выборке.

## 7 шаг. Расчет интегрального рейтинга через среднее геометрическое.

В связи с тем, что по умолчанию веса показателей равны, для расчета интегрального рейтинга предлагается использовать среднее геометрическое.

$$R_I = \sqrt[n]{R_a \times R_b \times \dots \times R_n},$$

где  $R_I$  — интегральный рейтинг;

$R_a$  — рейтинг группы показателей  $a$ ;

$R_b$  — рейтинг группы показателей  $b$ ;

$R_n$  — рейтинг группы показателей  $n$ ;

$n$  — количество рейтингов, участвующих в расчете интегрального рейтинга.

В случае неравнозначных весов для расчета интегрального рейтинга рекомендуется использовать формулу среднего геометрического взвешенного.



## **1 шаг. Создание базы решений по улучшению доступности здравоохранения**

Для реализации модели в первую очередь проводится изучение источников и идентифицируются существующие методы по повышению доступности медицинской помощи.

Каждое решение маркируется в соответствии с существующими атрибутами доступности медицинской помощи в муниципальных образованиях (для территориальной доступности – и в населенных пунктах), а также в соответствии с группами доступности, сформированными в результате процессов рейтингования.

## **2 шаг. Проектирование модели дерева решений.**

На этапе MVP используется стандартная модель дерева решений, состоящая из «узлов» и «листьев».

В соответствии с спецификой решаемой задачи проектируется алгоритм с разветвлениями, приводящий к конкретной рекомендации, состоящей из нескольких решений, сформулированных в шаге 1.

Модель создается при помощи библиотек Python numpy, pandas, matplotlib и seaborn, а также пакета Scikit-learn.

## **3 шаг. Тестирование модели согласно сценариям на примере кейсов муниципальных образований.**

Для тестирования работы модели создается несколько тест-сценариев на основе целевой аудитории (на этапе MVP будут рассмотрены сценарии для федерального, регионального и муниципального уровня принятия решений). В сценариях прописываются шаги продвижения для когорты целевой аудитории на основе экспертной оценки. В ходе тестирования осуществляется прохождение сценария и выявляются ошибки.

## 8 шаг. Категоризация результатов и построение интегрального рейтинга по категориям.

Для категоризации результатов рейтинговая множителей интегрального рейтинга (т.е. отдельных рейтингов доступности и заболеваемости) использовалось сопоставление результатов согласно таблице:

Категория доступности	Значение 100-балльной шкалы (для всех рейтингов)	Характеристика	Оценка категории
A	76 – 100	Высокий уровень	2
B	51 – 75	Умеренный уровень	1
C	26 – 50	Сниженный уровень	-1
D	0 – 25	Низкий уровень	-2

Таким образом, каждому значению одного из трех рейтингов сопоставлялась та или иная категория, после чего производился расчет по оценке категорий, например:

Муниципалитет	Категория доступности по доп. критериям	Категория доступности по заболеваемости	Категория территориальной доступности	Итоговый рейтинг по категориям	Группа доступности
Красноселькупский район	A	C	B	<b>АСВ</b>	<b>B — Умеренная доступность</b>



## **Приложение 2. Используемые данные, литература и источники**

Показатели	Источники данных	Актуальность данных, год
Число больничных коек, шт.	База данных показателей муниципальных образований Росстата	2013
Мощность амбулаторно-поликлинических учреждений, пос./см.	База данных показателей муниципальных образований Росстата	2013
Численность врачей всех специальностей (без зубных), чел.	База данных показателей муниципальных образований Росстата	2013
Численность среднего медицинского персонала, чел.	База данных показателей муниципальных образований Росстата	2013
Численность населения муниципального образования, чел.	База данных показателей муниципальных образований Росстата	2014
Численность женского населения от 15 до 49 лет, чел.	База данных показателей муниципальных образований Росстата	2014
Численность населения старше трудоспособного возраста, чел.	База данных показателей муниципальных образований Росстата	2014
Первичная заболеваемость по всем классам болезней	Состояние санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего в российской Арктике (2007-2020 годы): бюллетень / под ред. д.м.н., Р.В. Бузинова. – Санкт-Петербург, 2022.	2020
Первичная заболеваемость по отдельным заболеваниям	Состояние санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего в российской Арктике (2007-2020 годы): бюллетень / под ред. д.м.н., Р.В. Бузинова. – Санкт-Петербург, 2022.	2020
Атрибуты медицинских организаций (название, вид помощи, профиль помощи, организационно-правовая форма, и др.)	Территориальные реестры медицинских организаций субъектов РФ, входящих в Арктическую зону РФ	2023
Координаты медицинских организаций	Территориальные реестры медицинских организаций субъектов РФ, входящих в Арктическую зону РФ	2023



Показатели	Источники данных	Актуальность данных, год
Координаты населенных пунктов	Населенные пункты России: численность населения и географические координаты // АНО ЦПУР	2021
Численность населения в населенных пунктах, чел.	Населенные пункты России: численность населения и географические координаты // АНО ЦПУР	2021

## ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

Наименование публикации	Ссылка	Год публикации
Состояние санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего в российской Арктике (2007-2020 годы): бюллетень / под ред. д.м.н., Р.В. Бузинова. – Санкт-Петербург, 2022.	<a href="https://rusarctic.com/wp-content/uploads/2022/11/byulleten-azrf-2007-2020.pdf">https://rusarctic.com/wp-content/uploads/2022/11/byulleten-azrf-2007-2020.pdf</a>	2022
Состояние санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего на территории Арктической зоны Российской Федерации, в 2020 году: бюллетень / под ред. д. м . н . , проф . К . Б . Фридмана . — СПб .: Издательско-полиграфическая компания «Коста», 2021 .	<a href="https://rusarctic.com/wp-content/uploads/2021/12/byulleten-seb-azrf-2020.pdf">https://rusarctic.com/wp-content/uploads/2021/12/byulleten-seb-azrf-2020.pdf</a>	2021
Шартова Н.В., Грищенко М.Ю., Ревич Б.А. Оценка территориальной доступности медицинских учреждений по открытым данным на примере Архангельской области. Социальные аспекты здоровья населения [сетевое издание] 2019; 65(6):1. DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-6-1	<a href="http://vestnik.mednet.ru/content/view/1114/27/lang_ru/">http://vestnik.mednet.ru/content/view/1114/27/lang_ru/</a>	2019
Рейтинг доступности и качества медицинской помощи в субъектах Российской Федерации [Текст] / С. В. Шишкин, О. Ф. Понкратова, Е. Г. Потапчик, С. В. Сажина : препринт WP8/2019/01 / С. В. Шишкин, О. Ф. Понкратова, Е. Г. Потапчик, С. В. Сажина ; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М. : Изд. дом Высшей школы экономики, 2019.— (Серия WP8 «Государственное и муниципальное управление»).	<a href="https://www.hse.ru/data/2019/05/24/1508583695/WP8_2019_01_F.pdf">https://www.hse.ru/data/2019/05/24/1508583695/WP8_2019_01_F.pdf</a>	2019

НПА	Ссылка на НПА
Федеральный закон N 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»	<a href="https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/e63d3344841b2f5636a73710e906a23ebaf9ab82/">https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/e63d3344841b2f5636a73710e906a23ebaf9ab82/</a>
Приказ Минздрава России от 27.02.2016 N 132н «О Требованиях к размещению медицинских организаций государственной системы здравоохранения и муниципальной системы здравоохранения, исходя из потребностей населения»	<a href="https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_195807/9b92df2d6c1f312c2db774672f1a347ce51a1989/#dst100010">https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_195807/9b92df2d6c1f312c2db774672f1a347ce51a1989/#dst100010</a>
Постановление Правительства РФ от 29.12.2022 N 2497 «О Программе государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов»	<a href="https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_436688/d3d22ba7bb85c58fca4ba9b30c8ccb358505bf86/#dst100022">https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_436688/d3d22ba7bb85c58fca4ba9b30c8ccb358505bf86/#dst100022</a>
Стандарты медицинской помощи, установленные приказами Минздрава России	Систематизированная информация о стандартах подготовлена специалистами «Консультант-Плюс» <a href="https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_141711/c335af07929c2b2a5df5b1a0380b9e39598f60be/#dst100005">https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_141711/c335af07929c2b2a5df5b1a0380b9e39598f60be/#dst100005</a>
Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 15 мая 2012 г. N 543н «Об утверждении Положения об организации оказания первичной медико-санитарной помощи взрослому населению»	<a href="http://ivo.garant.ru/#%2Fdocument%2F70195856%2Fparagraph%2F1%3A0">http://ivo.garant.ru/#%2Fdocument%2F70195856%2Fparagraph%2F1%3A0</a>
Территориальные Программы государственных гарантий бесплатного оказания гражданам медицинской помощи на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов	Сайты министерств здравоохранения субъектов Арктической зоны РФ