

УДК 519.254

## АНАЛИЗ ЧИСЛА ЗАРАЖЕНИЙ COVID-19 ОТ ЗАТРАТ НА ЗДРАВООХРАНЕНИЕ В РФ

Ерзунов Г. Е., студент гр. ИИм-221, I курс

Рогов Д. Е., студент гр. ИИм-221, I курс

Научный руководитель: Ермакова И. А., д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева  
г. Кемерово

В 2020 году мир столкнулся с новым штаммом коронавирусной инфекции COVID-19. Данный штамм имеет чрезвычайно высокую заразность, а также тяжелое течение самой болезни. Инфекция может передаваться воздушно-капельным путем от человека к человеку, что обуславливает крайне быстрое увеличение числа заболевших. Государства во всем мире делают все возможное для предотвращения распространения болезни: закрывают границы, вводят карантин, увеличивают количество средств, выделяемых для системы здравоохранения. Исключением не стала и Российская Федерация.

Цель данной статьи заключается в том, чтобы оценить влияние количества выделяемых денежных средств в систему здравоохранения в каждом регионе РФ на количество случаев заражения коронавирусной инфекцией COVID-19. В результате исследования, будет установлено: есть ли взаимосвязь между этими величинами.

Для анализа нами были собраны следующие данные:

1. Бюджет системы здравоохранения для каждого субъекта за 2021 год.
2. Количество случаев заражения коронавирусной инфекцией COVID-19 за 2021 год для каждого региона.
3. Численность населения каждого субъекта за 2021 год.

В Российской Федерации регионы могут в достаточной мере отличаться друг от друга как по численности населения, так и по уровню финансирования. Поэтому, для того чтобы анализ был максимально объективен, нами было принято решение, получить из имеющихся данных следующие показатели:

1. Удельный (подушевой) расход каждого региона на систему здравоохранения в 2021 году.
2. Показатель заболеваемости коронавирусной инфекцией от общей численности населения каждого субъекта.

После первичного анализа данных, были выявлены субъекты, показатели которых весьма сильно выбивались из общей тенденции. Данные значения снижают объективность анализа, так как носят случайный характер и не являются типичными для исследования. В результате, из выборки были удалены

ны следующие регионы: Чукотский автономный округ, Ямало-Ненецкий автономный округ, Ленинградская область.

Для дальнейшего анализа было отобрано две выборки. Первая выборка  $X$  состоит из удельного (подушевого) расхода каждого региона на систему здравоохранения в 2021 году. Количество вариантов выборки  $n_x = 82$ , варианты  $x_i$  принимают значения от 2658 до 47109. Вторая выборка  $Y$  состоит из показателей заболеваемости коронавирусной инфекцией для каждого региона за 2021 год. Число элементов данной выборки  $n_y = 82$ , варианты  $y_i$  принимают значения от 0,7 до 11,7.

Для выявления корреляции (взаимосвязи) между выборками  $X$  и  $Y$ , использовался метод линейной парной регрессии. При этом уровень значимости, то есть вероятность ошибки, принимается равной 0,05. Все расчеты производились в среде MS Excel.

С целью дальнейшего анализа была построена диаграмма рассеивания для величин  $X$  и  $Y$ , а также линия регрессии, вдоль которой располагаются полученные точки. Полученная зависимость между удельными (подушевыми) расходами на здравоохранение и показателями заболеваемости для каждого региона показана на рисунке 1.

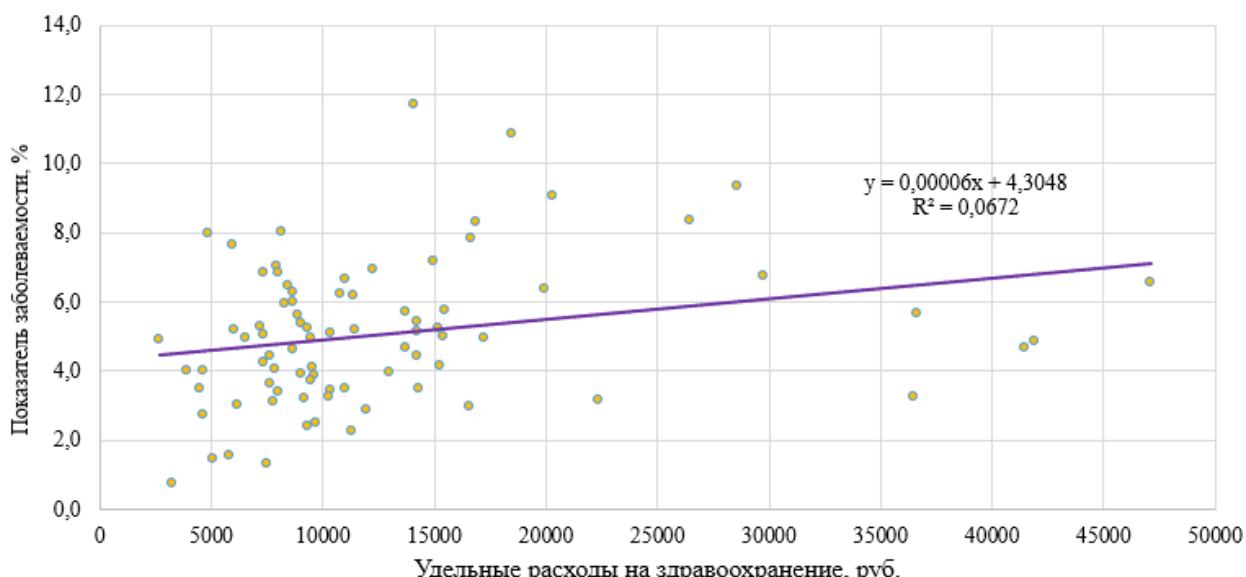


Рисунок 1 – Диаграмма рассеивания между удельными (подушевыми) расходами на здравоохранение и показателями заболеваемости для каждого региона за 2021 год, с линией тренда, линейным уравнением регрессии и коэффициентом корреляции  $R^2$

Выдвинем гипотезу  $H_0$  о том, что взаимосвязь между исследуемыми величинами  $X$  и  $Y$  отсутствует. Проверить данную гипотезу  $H_0$  можно различными способами, но в рамках данной статьи остановимся на критерии Стьюдента.

Для проверки нулевой гипотезы по данному критерию необходимо рассчитать  $T$ -статистику  $T_{набл}$  (наблюдаемый критерий Стьюдента) и сравнить ее с табличным значением  $T_{крит}$  (критическая точка распределения критерия

Стьюдента). Критическая точка распределения критерия Стьюдента определяется по справочной таблице по заданным уровню значимости  $\alpha$  и числу степеней свободы  $k$ . В нашем случае  $\alpha = 0,05$ ,  $k = 80$ .

Рассчитаем наблюдаемое значение критерия:

$$T_{\text{набл}} = \frac{r}{\sqrt{1 - r^2}} \sqrt{n - 2} \quad (1)$$

Наблюдаемое значение критерия  $T_{\text{набл}} = 21,472$ .

Далее, в соответствии с заданными уровнем значимости и числом степеней свободы, найдем критическую точку распределения критерия Стьюдента. При  $\alpha = 0,05$ ,  $n = 82$ ,  $T_{\text{крит}} = 1,9901$ .

Заключительным этапом проверки нулевой гипотезы по критерию Стьюдента является сравнение вычисленных значений  $T_{\text{набл}}$  и  $T_{\text{крит}}$ .

В нашем случае  $T_{\text{набл}} > T_{\text{крит}}$ . Это говорит о том, что изначальная гипотеза  $H_0$  отвергается, коэффициент корреляции является значимым и отражает реально существующую связь.

В результате проверки коэффициента корреляции на значимость по критерию Стьюдента, было установлено, что связь между исследуемыми выборками  $X$  и  $Y$  с высокой степенью вероятности присутствует. Принимая во внимание малое значение коэффициента корреляции можно сказать, что хотя связь есть, сила этой связи весьма мала.

Далее, необходимо обратить внимание на полученное уравнение линейной парной регрессии:

$$y = 0,00006x + 4,3048. \quad (2)$$

Согласно данному уравнению при повышении значения параметра  $X$  (количество выделяемых денежных средств в бюджете региона на медицину для каждого человека) увеличивается и величина  $Y$  (процент людей от населения региона заболевших коронавирусной инфекцией). Подобный результат был получен по причине того, что в 2021 году был пик заболеваемости коронавирусной инфекцией COVID-19, и для того, чтобы остановить распространение заболевания, властями РФ, как на местном уровне, так и на государственном, были увеличены бюджеты регионов на здравоохранение. Из-за этого, оба показателя растут одновременно. Полученное уравнение это наглядно показывает.

В ходе написания статьи было принято решение о необходимости исследования влияния количества денежных средств, выделенных на здравоохранение в каждом регионе за 2020 год, на количество случаев заражения COVID-19. Было выдвинуто предположение о том, что на эпидемиологическую ситуацию могла оказывать влияние величина финансирования системы здравоохранения за предыдущий год.

С целью дальнейшего анализа, нами были собраны данные о:

1. Бюджетах системы здравоохранения для каждого субъекта за 2020 год.
2. Численности населения каждого субъекта за 2020 год.

Из этих показателей был посчитан удельный (подушевой) расход каждого региона РФ на систему здравоохранения в 2020 году, принятый за выборку  $X$ . Из показателей заболеваемости коронавирусной инфекцией для каждого субъекта, использовавшихся ранее, была составлена выборка  $Y$ .

Далее была построена диаграмма рассеивания для величин  $X$  и  $Y$  (рис. 2), с линией регрессии, вдоль которой располагаются полученные точки.

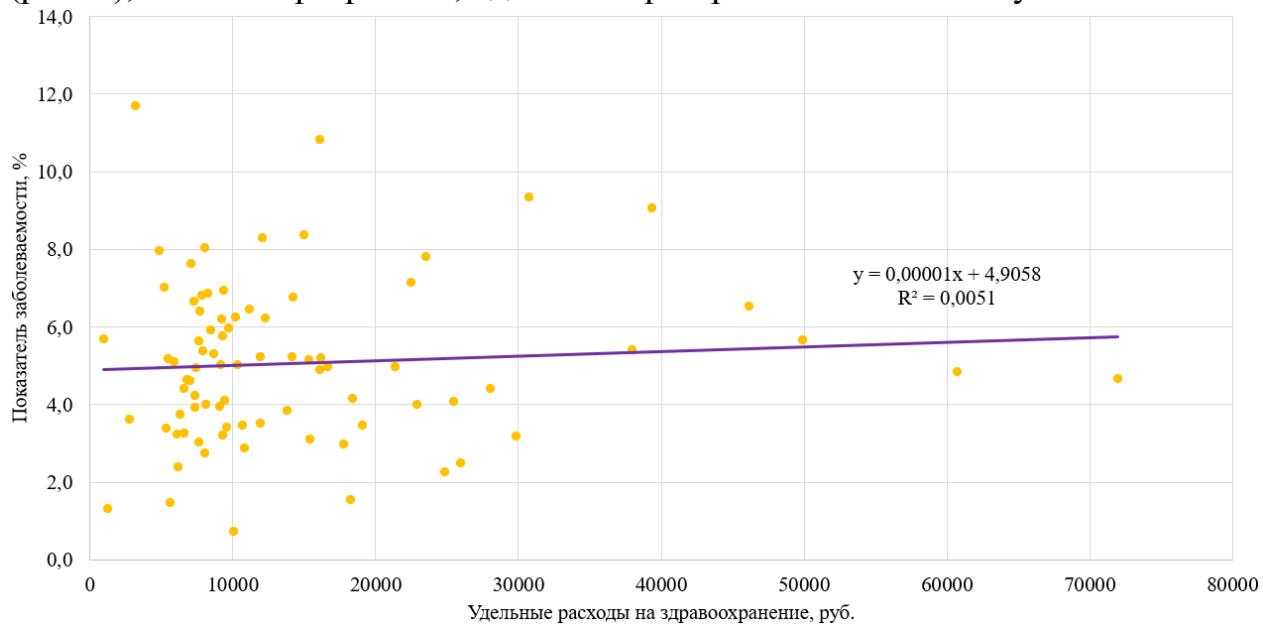


Рисунок 2 – Диаграмма рассеивания между удельными (подушевыми) расходами на здравоохранение за 2020 год и показателями заболеваемости для каждого региона, с линией тренда, линейным уравнением регрессии и коэффициентом корреляции  $R^2$

Далее была произведена проверка на значимость коэффициента корреляции по критерию Стьюдента. В итоге данной проверки, был сделан вывод, что связь между рассматриваемыми выборками  $X$  и  $Y$  присутствует.

Рассмотрим полученное уравнение линейной парной регрессии:

$$y = 0,00001x + 4,9058 \quad (3)$$

Анализируя данное уравнение, становится понятно, что ситуация аналогична рассмотренной ранее, при повышении параметра  $X$ , растет и показатель  $Y$ . Для того, чтобы минимизировать количество заболевших коронавирусной инфекцией COVID-19, государством были увеличен расходы на медицину. Именно большое количество инфицированных вызывало дополнительные траты на систему здравоохранения.

В заключение можно сделать вывод о том, что количество денежных средств, выделяемых на систему здравоохранения, напрямую не влияло на число случаев заражения коронавирусной инфекцией COVID-19 в 2021 году в рассматриваемых регионах РФ. Не прослеживается тенденция на уменьшение случаев заражения в регионах с большим финансированием медицины, как предполагалось на начальном этапе исследования. Это объясняется, прежде

всего, влиянием других факторов на количество случаев заражения. В действительности, существует огромное множество таких факторов, начиная, например, с уровня подготовки медицинского персонала, заканчивая погодой и направлением ветра в конкретный день в конкретном регионе. Безусловно, финансирование системы здравоохранения играет важную роль в контроле уровня заболеваемости, но далеко не решающую, как показало данное исследование, приведенное в научной статье. Невозможно остановить эпидемию коронавирусной инфекции «раздув» региональные бюджеты здравоохранения до неадекватных масштабов. Тем не менее, развитие системы здравоохранения не должно останавливаться, так как речь идет в первую очередь о жизни и здоровье граждан.

#### **Список литературы:**

1. Горелова, Г.В. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel: учеб. пособие для вузов / Г. В. Горелова, И. А. Кацко // Ростов н/Д: Феникс, 2005.– 480 с.
2. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. пособие для вузов/ В.Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 479с.: ил.
3. Теория вероятностей и математическая статистика. В 2 ч. Часть 1. Теория вероятностей: учебник и практикум для академического бакалавриата / Н. Ш. Кремер. — 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 264 с. — Серия: Бакалавр. Академический курс.