

Влияние угледобывающей промышленности Кузбасса на здоровье населения региона

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-46-50>**ШУТЬКО Л.Г.**

Канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры экономики
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: shlg.etf@kuzstu.ru

**САМОРОДОВА Л.Л.**

Канд. экон. наук, доцент,
доцент кафедры экономики
КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева,
650000, г. Кемерово, Россия,
e-mail: slf.etf@kuzstu.ru

В статье рассматривается влияние добычи угля на природную экосистему и здоровье населения Кемеровской области – Кузбасса на основе выявления характера взаимосвязи между выбросами загрязняющих веществ угледобывающими предприятиями в атмосферу и заболеваемостью населения Кузбасса. Применен метод регрессионного анализа, построены однофакторные линейные регрессионные модели с помощью программного продукта IBM SPSS Statistics. Определена теснота корреляционной связи между объемами выбросов загрязняющих веществ и впервые выявленной заболеваемостью на 1000 чел. населения региона в 2014–2018 гг. Обоснована необходимость сокращения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в сфере угледобычи и потребления угля для сохранения здоровья населения региона. Сделан прогноз роста заболеваемости населения Кузбасса при увеличении добычи угля до 300 млн т при условии сохранения текущей социально-экономической ситуации в регионе.

Ключевые слова: добыча угля, Кемеровская область – Кузбасс, угольное предприятие, загрязняющие вещества, состояние окружающей среды, здоровье населения.

Для цитирования: Шутько Л.Г., Самородова Л.Л. Влияние угледобывающей промышленности Кузбасса на здоровье населения региона // Уголь. 2021. № 9. С. 46–50. DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-46-50.

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы экономического развития угледобывающих регионов (стран) и социального благополучия людей являются актуальной повесткой научных и общественных дискуссий в условиях перехода к низкоуглеродной экономике и устойчивому развитию [1, 2]. Экономическое развитие не должно наносить вред окружающей среде, частью которой является человек [3, 4]. Цель авторского исследования – определить характер взаимосвязи между выбросами загрязняющих веществ (ЗВ) угледобывающими предприятиями в атмосферу и показателями заболеваемости населения Кузбасса. Здоровье человека – это важная составляющая социального благополучия населения. Социальное здоровье населения, по определению Всемирной организации здравоохранения, включает физическое, психологическое и эмоциональное состояние человека. Повышение техногенной нагрузки на окружающую среду и человека способствует ухудшению состояния здоровья людей, понижению их социального благополучия. Анализ мировой практики показывает, что загрязнение окружающей среды повышает уровень заболеваемости населения в угледобывающих регионах [5, 6]. Сохранение социального здоровья населения в условиях роста добычи угля – это приоритет стратегического устойчивого развития Кузбасса, «добыча ресурсов должна стать инструментом не только развития региона, но и человека» [2].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Угледобыча и использование угля в промышленных целях оказывают непосредственное влияние на экологию и среду жизнедеятельности населения Кузбасса. Промышленный регион – Кузбасс имеет территорию (95,7 тыс. кв. км) с высоким уровнем концентрации промышленных

предприятий. Традиционно наибольший вклад в загрязнение окружающей среды, накопление экологического ущерба вносят предприятия топливно-энергетического и металлургического комплексов. При этом они создают основную часть стоимости валового регионального продукта (ВРП) региона. Кузбасс производит 57% российского угля и 75% углей коксующихся марок, является основным экспортером угля на внешние рынки. Исходя из «Долгосрочной программы развития угольной промышленности России на период до 2030 г.», «Стратегии социально-экономического развития Кузбасса на период до 2035 г.» добыча угля в регионе будет возрастать [7]. По прогнозным оценкам экспертов добыча угля постепенно вырастет до 275-300 млн т к 2030 г., что превышает экологический предел роста добычи угля в регионе. На сегодняшний день углеродоемкость ВРП Кузбасса в среднем на 7-11% превышает общероссийский уровень.

«Антиэкологичный природоёмкий характер» экономического развития Кузбасса сформировался в советский период и сохраняется на протяжении постперестроечных десятилетий. По экспертным оценкам, природоёмкость ряда территорий региона превышает экологические пределы [8]. Результаты мониторингов выбросов ЗВ в атмосферу позволяют оценивать их влияние на экологию и здоровье человека [9, 10]. Российскими учеными, на примере Кузбасса, установлена зависимость между объемами добычи угля и объемами выбросов ЗВ в атмосферу, а также объемами выбросов ЗВ и онкологическими заболеваниями [11]. Однако на сегодняшний день практически отсутствуют разработанные научные методики, позволяющие объективно оценивать влияние выбросов ЗВ от стационарных источников, включая сферу угледобычи и потребления угля на ТЭЦ, на формирование конкретных видов заболеваний населения. Проблемным является учет выбросов ЗВ, в частности, прямых и косвенных выбросов летучих органических соединений (ЛОС) в атмосферу при использовании угля в энергетике [12], выбросов метана при открытой добыче угля. В целях совершенствования учета выбросов ЗВ в атмосферу, по инициативе Минприроды России, в 2021 г. определены обязательные методики расчета вреда при загрязнении воздуха для предприятий разных отраслей, включая угольную промышленность. Для повышения экологической ответственности необходимо, чтобы производители и потребители угля использовали лучшие мировые практики мониторинга и учета выбросов ЗВ в атмосферу [13], осуществляли расчет углеродного следа результатов производственной деятельности [14]. Экологизация хозяйственной деятельности субъектов региональной экономики происходит по разным направле-

ниям, в том числе за счет воздухоохраных мероприятий угольных предприятий. Однако ряд проблем не решается десятилетиями.

На сегодняшний день объем выбросов ЗВ стационарными источниками в атмосферный воздух на территории Кемеровской области составляет 15,6 т на 1 кв. км, что выше среднего российского уровня. В 2019 г. выбросы ЗВ от стационарных источников составили 81,5% от всего количества поступивших в атмосферу веществ, от автомобильного транспорта – 16,6%, от железнодорожного транспорта – 1,85% и от воздушного транспорта – 0,05%. «Основные стационарные источники ЗВ атмосферного воздуха в Кузбассе – это предприятия сферы добычи и переработки ресурсов, тепловой и электрической энергии» [15]. «В отраслевом распределении основных стационарных источников загрязнения атмосферы значительную долю составляет угольная промышленность – 36%. В общей массе выбросов ЗВ в атмосферу в 2019 г. выбросы метана в Кузбассе составили 61,7%, на втором месте оксид углерода – 16,1%, доля твердых веществ – 8,8%, диоксида серы – 6,8%, оксидов азота (в пересчете на NO₂) – 5,3%» [15]. На большей части территорий Кузбасса гигиенические нормативы были превышены по взвешенным веществам, углероду черному (саже), углероду оксида [16]. Наибольший вред от угольной промышленности здоровью населения наносят ЗВ – зола, диоксид серы, оксиды азота, тяжелые металлы. В результате больше всего страдают органы дыхания и система кровообращения человека, стимулируются новообразования. В табл. 1 представлено, какие органы человека поражаются ЗВ.

Определение корреляционной зависимости между ростом выбросов загрязняющих веществ от угледобывающей промышленности и ростом первично выявленных заболеваний населения Кузбасса авторы осуществляют на основе модели парной регрессии с использованием программного продукта IBM SPSS Statistics 25 версия. Необходимые данные для построения модели взяты из официальных документов [15, 16]. Зависимость впервые выявленной заболеваемости от роста выбросов ЗВ угледобывающих предприятий на 1000 чел. населения в Кузбассе за период 2014-2018 гг. представлена в табл. 2.

Для определения зависимости показателей применена однофакторная модель линейной регрессии. В качестве независимой переменной (X_i) приняты общие выбросы ЗВ в атмосферный воздух, тыс. т ОВ в 2014-2018 гг., зависимые переменные i – количество первично выявленных заболеваний на 1000 чел. населения Y_{ii} . По результатам значений коэффициентов парной корреляции устанавливается теснота связи по шкале Чеддока: от слабой до весьма высо-

Таблица 1

Влияние загрязняющих веществ на организм человека

| Патология | Вещества, вызывающие патологию |
|--|--|
| Болезни центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы | Фенол, углерод оксида |
| Болезни органов дыхания | Диоксиды азота, взвешенные вещества, фенол, формальдегид |
| Болезни почек, печени | Фенол |
| Болезни крови и кроветворных органов | Диоксиды азота, окись углерода |
| Болезни органов зрения, иммунной системы | Формальдегид |

кой [14]. Полученные результаты проведенных расчетов влияния выбросов ЗВ на рост первично выявленных видов заболеваний населения Кузбасса на 1000 чел. (за 2014-2018 гг.) авторы представили в виде трех однофакторных линейных регрессионных моделей (табл. 3).

Проведенные расчеты позволили установить, что параметры модели являются статистически значимыми. С помощью коэффициента детерминации и критерия Фишера проверена статистическая значимость уравнения. Уровень показателей первично выявленных заболеваний органов дыхания и новообразований имеет достаточно сильную корреляционную связь с выбросами ЗВ в атмосферу. Так, увеличение выбросов на 1 тыс. т приводит к росту на 0,29 случаев первично выявленных заболеваний на 1 000 чел., а количество случаев первично выявленных новообразований возрастает на 0,018 случаев. Положительная, но слабая связь прослеживается между первично выявленными заболеваниями системы кровообращения и выбросами ЗВ в атмосферу. В ранее опубликованной работе была установлена прямая линейная зависимость между ростом добычи угля и общими выбросами загрязняющих веществ: $Y_t^{OB} = 2,001X_t + 397,372$ [14]. На основе данного уравнения регрессии авторы спрогнозировали вероятный рост количества выбросов ЗВ в атмосферу при увеличении добычи угля, а затем на основе проведенных расчетов – рост случаев впервые выявленной заболеваемости населения, при условии сохранения в будущем этих же зависимостей. Так, при добыче в 300 млн т объем общих выбросов ЗВ составит

997,67 тыс. т, что будет на 19,6% больше показателя 2018 г. Тогда прогноз по заболеваниям органов дыхания составит 635 впервые выявленных случаев, произойдет рост числа заболеваний на 92% по сравнению с 2018 г. По новообразованиям прогноз – 16,99 случаев на 1000 чел., рост составит 23% относительно показателя 2018 г., и по болезням системы кровообращения прогноз – 48,33 случая на 1000 чел. (рост – 3,7%). Таким образом, повышение уровня выбросов ЗВ в атмосферу от угольных предприятий обуславливает рост заболеваемости органов дыхания, иммунной системы, системы крови, влияет на уровень смертности населения в регионе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наибольший вред здоровью от угольной промышленности приносят ЗВ – зола, диоксид серы, оксиды азота, тяжелые металлы, которые приводят к росту болезней органов дыхания, системы кровообращения и росту новообразований. Выявленная зависимость между ростом объемов выбросов и первично выявленными заболеваниями на 1000 чел. отражает прямую и достаточно сильную корреляционную связь. При сохранении в будущем текущих зависимостей между объемами добычи угля и объемами выбросов ЗВ в атмосферу, между выбросами ЗВ и выявляемыми заболеваниями, по прогнозным оценкам, будет наблюдаться резкий рост заболеваемости органов дыхания и рост новообразований у населения. Сохранению социального здоровья человека при росте добычи

Таблица 2

Показатели зависимости первичной заболеваемости населения от увеличения выбросов ЗВ в 2014-2018 гг. на 1000 чел.

| Показатели | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Добыча угля, млн т | 211,0 | 215,8 | 227,4 | 241,5 | 256 |
| Общие выбросы ЗВ в атмосферный воздух, тыс. т (ОВ) | 807,057 | 810,597 | 812,178 | 915,068 | 834,333 |
| Болезни органов дыхания (ОД) | 297,8 | 325,4 | 317,2 | 343,7 | 330,4 |
| Новообразования (Н) | 13,0 | 12,8 | 14,7 | 15,4 | 13,8 |
| Болезни системы кровообращения (СК) | 47,6 | 44,7 | 48,0 | 47,7 | 46,6 |

Составлено авторами.

Таблица 3

Однофакторные линейные регрессионные модели влияния общих выбросов ЗВ в атмосферный воздух на первичную заболеваемость населения на 1000 чел. (2014-2018 гг.)

| Виды заболеваний | Модель | Линейный коэффициент корреляции, r_{xy} | Коэффициент детерминации, R^2 |
|------------------|----------------------------------|---|---|
| ОД | $Y_t^{OD} = 0,2927X_t + 343,197$ | 0,7839 – связь высокая | $R^2 = 0,6146$, то есть в 61,46% случаев изменение общих выбросов ЗВ в атмосферный воздух приведет к изменению количества впервые выявленных заболеваний органов дыхания у населения на 1000 чел. |
| Н | $Y_t^H = 0,01857X_t - 1,5325$ | 0,7611 – связь высокая | $R^2 = 0,5794$, то есть в 57,94% случаев изменение общих выбросов ЗВ в атмосферный воздух приведет к изменению количества впервые выявленных новообразований у населения на 1000 чел. |
| СК | $Y_t^{CK} = 0,0088X_t + 39,55$ | 0,2979 – связь слабая | $R^2 = 0,0887$, то есть только в 8,87% случаев изменение общих выбросов ЗВ в атмосферный воздух приведет к изменению количества впервые выявленных заболеваний системы кровообращения у населения на 1000 чел. |

Составлено авторами.

угля должны способствовать внедрению наилучших доступных технологий в рамках разработанного в Кузбассе «экологического стандарта» региона, реализация мероприятий дорожных карт уже действующих государственных и региональных программ, в том числе федерального приоритетного проекта «Чистый воздух», региональной программы «Чистый уголь – зеленый Кузбасс». Полученные авторами выводы могут быть применены в разработке проэкологической региональной политики для продвижения стратегий угледобывающих предприятий (потребителей угля) по сокращению выбросов ЗВ в атмосферу.

Список литературы

1. Стимулирование перехода к низкоуглеродной экономике: монография / И.С. Белик, Н.В. Стародубец, Т.В. Майорова и др. М.: ИНФРА-М, 2020. 104 с.
2. Кузбасс в новом времени / В.А. Крюков, Ю.А. Фридман, Г.Н. Речко и др. Новосибирск: Издательство ИЭОПП СО РАН, 2020. 179 с.
3. Mark Brusseau, Ian Pepper, Charles Gerba. Environmental and Pollution Science. 3rd Edition. Academic Press, 2019. 662 p.
4. Zhernov E., Nekhoda E., Peters D. Nature and economy in the mining region: Holistic approach / E3S Web of Conferences. 4th International Innovative Mining Symposium. 2019. Vol. 105. Article N 04012.
5. Seasonal and spatial variations of PM10-bounded PAHs in a coal mining city, China: Distributions, sources, and health risks / L. Zheng, J. Ou, M. Liu et al. // Ecotoxicology Environmental Safety. 2019. Vol. 169. P. 470-478.
6. Blood markers among residents from a coal mining area / A.P. Bigliardi C.L.F. Fernandes, E.A. Pinto et al. // Environmental Science Pollution Reseach. 2021. Vol. 28(2). P. 1409-1416.
7. Таразанов И.Г., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2019 года // Уголь. 2020. № 3. С. 54-69. DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.
8. Мекуш Г.Е. Экономическая оценка ущерба экономике Кемеровской области от заболеваемости населения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. № 12. С. 192-195.
9. Захарина К.Э., Арустамов Э.А. О показателях оценки загрязнения окружающей природной и жилой среды Кемеровской области // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы». 2017. № 4. [Электронный ресурс]. URL: <https://resources.today/PDF/08RRO417.pdf> (дата обращения: 15.08.2021).
10. Исследование основных показателей горно-эколого-экономической системы / В.Г. Михайлов, С.М. Бугрова, Ю.С. Якунина и др. // Уголь. 2019. № 9. С. 106-111. DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-106-111.
11. Мун С.А., Ларин С.А., Глушков А.Н. Влияние роста добычи угля на загрязнение атмосферы и заболеваемость раком легкого в Кемеровской области // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 1. URL: <https://www.science-education.ru/pdf/2013/1/338.pdf> (дата обращения: 15.08.2021).
12. VOC emissions of coal-fired power plants in China based on life cycle assessment method / Y. Peng, Q. Yang, L. Wang et al. // Fuel. 2021. Vol. 292. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.120325.
13. Compliance Offset Protocol Mine Methane Capture Projects Capturing and Destroying Methane From U.S. Coal and Trona Mines Adopted: April 25, 2014. URL: <https://www3.arb.ca.gov/regact/2013/capandtrade13/ctmmcprotocol.pdf> (дата обращения: 15.08.2021).
14. Shut'ko L., Samorodova L., Ivanov A. Ecological footprint and decoupling in the sustainable development of a region / E3S Web of Conferences. 5th International Innovative Mining Symposium. 2020. Vol. 174. Article N 04058.
15. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2020 г. Кемерово: Администрация Кемеровской области, Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области, 2021. 240 с.
16. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Кемеровской области – Кузбассе в 2019 г. Государственный доклад. Кемерово: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Кемеровской области – Кузбассу, 2020. 318 с.

Original Paper

UDC 614.7:622.85:622.33(517.17) © L.G. Shutko, L.L. Samorodova, 2021
 ISSN 0041-5790 (Print) • ISSN 2412-8333 (Online) • Ugol' – Russian Coal Journal, 2021, № 9, pp. 46-50
 DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2021-9-46-50>

Title

THE IMPACT OF THE KUZBASS COAL MINING INDUSTRY ON THE HEALTH OF THE REGION'S POPULATION

Authors

Shutko L.G.¹, Samorodova L.L.¹

¹ Gorbachev Kuzbass State Technical University (KuzSTU), Kemerovo, 650000, Russian Federation

Authors Information

Shutko L.G., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor of Economics department, e-mail: shlg.etf@kuzstu.ru

Samorodova L.L., PhD (Economic), Associate Professor, Associate Professor of Economics department, e-mail: sll.etf@kuzstu.ru

Abstract

The impact of coal mining on the natural ecosystem and the health of the population of the Kemerovo region - Kuzbass is studied in the article on the basis of

identifying the nature of the relationship between the emissions of pollutants into the atmosphere by coal mining enterprises and the incidence of diseases in the Kuzbass population. The method of regression analysis was applied; one-factor linear regression models were built using the IBM SPSS Statistics software product. The strength of the correlation between the volumes of pollutant emissions and the new-onset morbidity per 1000 population of the region in 2014-2018 has been determined. The need to reduce emissions of pollutants into the atmosphere from stationary sources in the field of coal mining and coal consumption to preserve the health of the region's population has been substantiated. A

ECOLOGY

forecast of the growth of morbidity in the Kuzbass population with an increase in coal production to 300 million tons, provided that the current socio-economic situation in the region remains unchanged, was made.

Keywords

Coal mining, Kemerovo region - Kuzbass, Coal enterprise, Pollutants, State of the environment, Public health.

References

1. Belik I.S., Starodubets N.V., Mayorova T.V. & Yachmenova A.I. Stimulating the transition to a low carbon economy: a monograph. Moscow, INFRA-M Publ., 2020, 104 p. (In Russ.)
2. Kryukov V.A., Fridman Yu.A., Rechko G.N. & Loginova E.Yu. Kuzbass in modern times. Novosibirsk, Publishing house of the Institute of Economics and Organization of Industrial Production of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2020, 179 p. (In Russ.)
3. Mark Brusseau, Ian Pepper & Charles Gerba. Environmental and Pollution Science. 3rd Edition. Academic Press, 2019, 662 p.
4. Zhernov E., Nekhoda E. & Peters D. Nature and economy in the mining region: Holistic approach / E3S Web of Conferences. 4th International Innovative Mining Symposium, 2019, Vol. 105, Article No. 04012.
5. Zheng L., Ou J., Liu M., Chen Y., Tang Q., Hu Y. Seasonal and spatial variations of PM10-bounded PAHs in a coal mining city, China: Distributions, sources, and health risks. *Ecotoxicology Environmental Safety*, 2019, Vol. 169, pp. 470-478.
6. Bigliardi A.P., Fernandes C.L.F., Pinto E.A., Dos Santos M., Garcia E.M., Baisch P.R.M., Soares M.C.F., Muccillo-Baisch A.L., da Silva Júnior F.M.R. Blood markers among residents from a coal mining area. *Environmental Science Pollution Reseach*, 2021, Vol. 28(2), pp. 1409-1416.
7. Tarazanov I.G. & Gubanov D.A. Russia's coal industry performance for January – December, 2019. *Ugol'*, 2020, (3), pp. 54-69. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-3-54-69.
8. Mekush G.E. Economic assessment of the damage to the Kemerovo region economy from the incidence of the population. *Mining Informational and Analytical Bulletin*, 2011, (12), pp. 192-195. (In Russ.)
9. Zakharina K.E. & Arustamov E.A. On indicators for assessing environmental pollution in the natural and residential environment of the Kemerovo region. *Internet-zhurnal "Othody i resursy"*, 2017, (4). [Electronic resource]. Available at: <https://resources.today/PDF/08RRO417.pdf> (accessed 15.08.2021). (In Russ.)
10. Mikhailov V.G., Bugrova S.M., Yakunina Ju.S., Muromtseva A.K. & Mikhailova Ya.S. Study of the main indicators of the mining eco-economic system. *Ugol'*, 2019, (9), pp. 106-111. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2019-9-106-111.
11. Mun S.A., Larin S.A. & Glushkov A.N. Impact of coal mining growth on air pollution and lung cancer incidence in Kemerovo region. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2013, (1). Available at: <https://www.science-education.ru/pdf/2013/1/338.pdf> (accessed 15.08.2021). (In Russ.)
12. Y. Peng, Q. Yang, L. Wang, S. Wang, J. Li, X. Zhang, S. Zhang, H. Zhao, B. Zhang, C. Wang, P. Bartocci, F. Fantozzi. VOC emissions of coal-fired power plants in China based on life cycle assessment method. *Fuel*, 2021, Vol. 292. DOI: 10.1016/j.fuel.2021.120325.
13. Compliance Offset Protocol Mine Methane Capture Projects Capturing and Destroying Methane From U.S. Coal and Trona Mines Adopted: April 25, 2014. Available at: <https://www3.arb.ca.gov/regact/2013/capandtrade13/ctmmprotocol.pdf> (accessed 15.08.2021).
14. Shut'ko L., Samorodova L. & Ivanov A. Ecological footprint and decoupling in the sustainable development of a region / E3S Web of Conferences. 5th International Innovative Mining Symposium, 2020, Vol. 174, Article No. 04058.
15. Report on the state and protection of the environment of the Kemerovo Region – Kuzbass in 2020, Kemerovo, Administration of the Kemerovo region. Department of Natural Resources and Ecology of the Kemerovo Region, 2021, 240 p. (In Russ.)
16. On the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Kemerovo region - Kuzbass in 2019. Kemerovo, Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Kemerovo Region – Kuzbass, 2020, 318 p. (In Russ.)

For citation

Shutko L.G. & Samorodova L.L. The impact of the Kuzbass coal mining industry on the health of the region's population. *Ugol'*, 2021, (9), pp. 46-50. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2021-9-46-50.

Paper info

Received May 18, 2021

Reviewed July 26, 2021

Accepted August 17, 2021