

Х.Б. Гулиева

Национальное Аэрокосмическое Агентство, Азербайджан
(e-mail: bakhtiyar48@mail.ru)

Возможность применения корреляционно-регрессионного анализа в эколого-экономических исследованиях на нефтеперерабатывающих заводах

Аннотация

Основная проблема: Известно, что рост объёма производственной продукции в любой сфере производства увеличивает интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду, в том числе и на атмосферу. Эта проблема особенно характерна для нефтеперерабатывающих заводов. Это связано со сложностью процессов нефтепереработки и выбросом различных углеводородных соединений в атмосферу при переработке. Поэтому при реализации устойчивого эколого-экономического развития в азербайджанских регионах, которые связаны с нефтепереработкой, увеличение объёма продукции не должно создавать рост влияния на окружающую среду.

Данная проблема считается одним из факторов, непосредственно влияющих на экономическое положение предприятия, а также создающих определённые экологические, социальные и экономические проблемы для общества в целом.

Цель: Исследовать возможности применения корреляционно-регрессионного метода при решении задачи определения наличия эффекта декаплинга. Зависимость между объёмом произведённой нефтепродукции и количеством выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ носит случайный характер и характеризуется стохастической и статистической зависимостью. При этом на основе взаимного сравнения методов корреляционно-регрессионного анализа и метода производственной функции определяется эффективность корреляционно-регрессионного анализа.

Методы: Методической основой работы послужили научные труды учёных-экономистов, математиков обеспечивающих определение эффекта декаплинга на промышленных предприятиях. В представленной методике полученные оценки выполненного в реальном масштабе времени меняются в зависимости от значений установленного параметра. При разработке представленной методики был использован программный пакет STATISTIKA. Указанная программа разработана компанией StatSoft. На основе полученных и экспериментально проверенных данных определено уравнение линейной регрессионной зависимости.

При исследованиях установлено, что в ряде случаев оценить статистические характеристики случайной величины не удаётся или сопровождается серьёзными ошибками. Поэтому при обработке данных вместо математических ожиданий и дисперсий нами использовались выборочные математические ожидания и дисперсии.

Результаты и их значимость: Анализ эколого-экономического положения нефтеперерабатывающих предприятий на основе корреляционно-регрессионного анализа позволяет определить наличие эффекта декаплинга. Полученный коэффициент корреляции между объёмом производственных нефтепродуктов и объёмом выброса в атмосферу показывает об отсутствии статистической значимой связи между этими параметрами. Таким образом, существует достижение эффекта декаплинга между производством нефтепродуктов и объёма выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Ключевые слова: нефтепереработка, окружающая среда, корреляционный анализ, экологическое воздействие, экономические показатели, декаплинг, производственные факторы.

Введение

В настоящее время реализуются научно-технические программы высокого уровня для поддержки экономического баланса в международном масштабе и в странах с богатыми производственными мощностями. В некоторых странах сумма инвестиций, необходимых для защиты окружающей среды увеличивается с каждым годом. Азербайджанская Республика не является исключением в этом направлении. Нефтеперерабатывающая промышленность играет важную роль в стране по сравнению с другими отраслями. Наряду с модернизацией нефтеперерабатывающих заводов в решении экологических проблем из года в год увеличиваются финансовые ресурсы, направляемые на охрану окружающей среды, в том числе атмосферы. Однако проблемы в этой области всё же есть, и их решение требует применения более современных методов.

По оценкам экспертов величина экономического ущерба только от загрязнений атмосферы составляет от 0,3 до 0,8 % ВВП Республики [1, 2]. Это связано с тем, что анализ и прогнозирование загрязнения окружающей среды (ОС), в том числе атмосферного воздуха, осуществляется на основе прямых статистических данных. Правильность процесса анализа следует определять, прежде всего, в зависимости от причин загрязнения и их взаимодействия.

Исследователи Акулов А.О., Яшалова Н.Н., Тагиев Н.Г. и другие анализируют взаимосвязь экономического роста и экологической нагрузки на окружающую среду [3, 4, 5].

Для того чтобы уменьшить последствия существующих проблем и предотвратить появление новых экологических проблем, следует обращать особое внимание на задачу охраны окружающей среды. Основная проблема заключается в том, чтобы определить оптимальный уровень производимой продукции, при котором возможно снижение выбросов в ОС, в том числе и в атмосферу.

Анализ результатов исследований, проведённых в различных странах в этой области, показывает, что одним из современных методов, несмотря на его сложность, является метод корреляционно-статистического исследования [6, 7].

В настоящее время наиболее широко используемыми типами методов статистического анализа является теория производственной функции и эффекта декаплинга.

Суть теории производственной функции состоит в том, что в зависимости от особенностей производственной сферы она определяет взаимосвязь между объёмом выпуска продукции и параметрами, непосредственно влияющими на способ производственных ресурсов и окружающую среду.

Простая форма процесса построения производственной функции:

$$Y = F(x_1, x_2, \dots, x_n, a_1, a_2, \dots, a_n),$$

где Y – объём продукции на производственной сфере, x_1, x_2, \dots, x_n – производственные ресурсы (сырьё, энергии, рабочая сила, средства производства и т.д.); a_1, a_2, \dots, a_n – виды окружающей среды, которые подвергнуты взаимодействию производственного процесса (к ним в основном относятся земной покров, вода и атмосфера).

Как видно, объём выпуска продукции зависит от изменения конкретных рассматриваемых факторов, так как является функциональной зависимостью. Изменение любого из этих факторов, например, объёма выпуска продукции, не позволяет определить закономерности изменения того или иного фактора внешней среды, например, изменение загрязнения атмосферы. По этой причине применение методов корреляционного анализа при решении подобных задач считается более целесообразным [8].

Другим из важных аспектов современных эколого-экономических исследований является достижение эффекта декаплинга (decoupling). В сущности, это понятие заключается в расхождении темпов экономического роста – объёма производства с одной стороны и вредное воздействие на окружающую среду с другой стороны. Существуют два вида декаплинга – ресурсный и воздейственный. Ресурсный декаплинг показывает, с какой закономерностью уменьшается ресурсное потребление сырья, энергия, рабочей силы при увеличении объёма производства. Декаплинг воздействий показывает, что при увеличении объёма производства данного предприятия снижается вредное воздействие на ОС. Данному эффекту посвящено большое количество научных работ [5, 6, 7, 9].

С целью определения уровня расхождения темпов роста производимой продукции и загрязнения ОС используется так называемый коэффициент декаплинга:

$$D = 1 - \frac{B_t/Q_t}{B_0/Q_0}$$

где, B_t, B_0 – значение негативного воздействия на ОС в базовом и текущем периоде, где Q_0, Q_t – результат производства в базовом и текущем периоде.

Если значение коэффициента D отрицательное, это означает отсутствие эффекта декаплинга. Положительное значение D свидетельствует о равнонаправленных тенденциях в рассмотренных эколого-экономических системах, которые сопровождаются уменьшением антропогенного воздействия на ОС [9].

Следует указать, что предложенные условия являются более слабыми по сравнению с критерием, используемым в модели Н.Ф. Тагиева [6].

Анализ результатов исследований в этой области показывает, что метод корреляционного анализа более эффективен при оценке эффекта декаплинга в разных отраслях. Таким образом, в данном случае связь между переменными является не функциональной, а коррелятивной. При таком подходе более точно оценивается математическо-статистическая связь переменных. Это особенно важно при решении практических задач.

Материалы и методы

Цели увеличения выпускаемой продукции каждого предприятия, в том числе и предприятия нефтепереработки, могут быть достигнуты лишь при наличии двух составляющих (эколого-экономических) показателей. Именно баланс этих двух показателей составляет основу дальнейшего роста. Если экономическая составляющая предполагает оптимальное использование материальных ресурсов энергии и численность работающего персонала, то экологическая составляющая учитывает рациональное использование природных ресурсов и уменьшение воздействия на ОС.

Последние годы в эколого-экономических исследованиях применяется концепция декаплинга. При декаплинге, когда происходит рост экономики в отдельных производствах, экологические показатели не ухудшаются. Другими словами, при декаплинге два показателя, в данном случае экологические и экономические, имеют обратную зависимость. «Decoupling» в переводе с английского означает «развязка, отделение» [10, 11]. При относительном декаплинге объём производства

увеличивается, а темпы загрязнения ОС растут медленнее. При абсолютном декаплинге в случае увеличения объёма производства воздействие на ОС снижается.

В рассмотренной статье предлагается определять эффект декаплинга с помощью расчёта коэффициента корреляции между производимой продукцией и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.

Существует несколько коэффициентов корреляции (Пирсона, Спирмена, Кендалла, Фехнера), которые имеют различные способы расчёта. Наиболее применяемыми являются коэффициенты Пирсона (\mathcal{Z}) и Спирмена (ρ). Коэффициент Спирмена применяется в тех случаях, когда коэффициент Пирсона не выполняется.

При применении коэффициента Спирмена расчёты основываются на исходных значениях признаков, их рангов. Учитывая, что коэффициент Пирсона обладает относительно большой статистической мощностью, в наших исследованиях использованы коэффициент корреляции Пирсона [2, 10].

Основными условиями применения являются следующие:

- предлагаемые применённые параметры являются непрерывными и количественными;
- один из исследуемых показателей имеет нормальное (Гауссовское) распределение;
- зависимость между переменными представляет собой линейный характер.

Известно, что коэффициенты корреляции интерпретируются следующим образом по шкале Чеддока [4,8]:

- $\mathcal{Z}=1$ наличие полной (функциональной) связи между параметрами;
- $\mathcal{Z}>0,7$ наличие сильной связи между параметрами;
- $0,3 < \mathcal{Z} < 0,7$ - наличие связи средней силы;
- $\mathcal{Z} \leq 0,3$ наличие слабой связи;
- $\mathcal{Z}=0$ отсутствует связь между параметрами [1, 5].

Изучение взаимосвязи роста объёма производства и показателей выбросов загрязняющих веществ в атмосферу проведён на Бакинском нефтеперерабатывающем заводе имени Г. Алиева. Для выявления эффекта декаплинга в указанном предприятии при расчёте коэффициента корреляции использована информация в виде динамики производства. В данном расчёте независимой переменной будет объём производства нефтепродуктов за определённый период (x_i), количество выбросов вредных веществ в атмосферу будут выступать с зависимыми переменными (y_i).

Для определения значения тесноты связи в практических исследованиях между указанными признаками используются выборочные коэффициенты корреляции:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1)$$

где \bar{x} , \bar{y} – соответственно среднее значение независимых и зависимых переменных, которые определяются следующим образом:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; \quad \bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i; \quad (2)$$

Известно, что коэффициент корреляции в рассматриваемых процессах непосредственно показывает тесноту между переменными. Чтобы проследить процесс необходимо определить форму изменения между переменными. Для этого необходимо определить регрессионную модель и определить её форму в рассматриваемом процессе. В процессе исследования используется однофакторная модель:

$$\bar{y} = \rho x_i + c, \quad (3)$$

где ρ – коэффициент регрессии;

c – константа.

С целью выявления эффекта декаплинга на нефтеперерабатывающем заводе г. Баку представлены статистические данные [1] в качестве информационной базы для расчёта коэффициента регрессии (таблица 1).

Хронологические периоды проводимого анализа охватывают период 2010-2021 гг. Данный период является наиболее показательным для определения эффекта декаплинга в производстве нефтепереработки.

Таблица 1 – Статистические показатели для выявления эффекта декаплинга на нефтеперерабатывающем заводе г. Баку

Статистические показатели	Годы										
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Производство нефтепродуктов	5,1	5,15	5,18	5,2	5,25	5,3	5,45	5,5	5,65	5,85	6,1

(млн. тон)											
Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу (тыс.т.)	28,1	28,1	26,6	25,3	24,2	23,2	23,25	22,0	21,1	21,5	21,45

Коэффициенты корреляции и регрессии определены с помощью программного пакета STATISTIKA, которая разработана компанией StatSoft. Существует 4 версии данной программы в зависимости от поставленных задач. В наших расчётах использована enterprise – версия, предназначенная для использования в крупных организациях. Следует отметить, что указанная программа в настоящее время принадлежит компании TIVCO [3, 4, 10].

В случае если не требуется высокая точность расчётов статистического анализа, можно использовать онлайн-калькулятор: <http://www.socscistatistic.com/tests/preason/default2.aspx>

В результате исследования была определена регрессионная зависимость между объёмом продукции на Бакинском НПЗ и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу (рисунок 1).

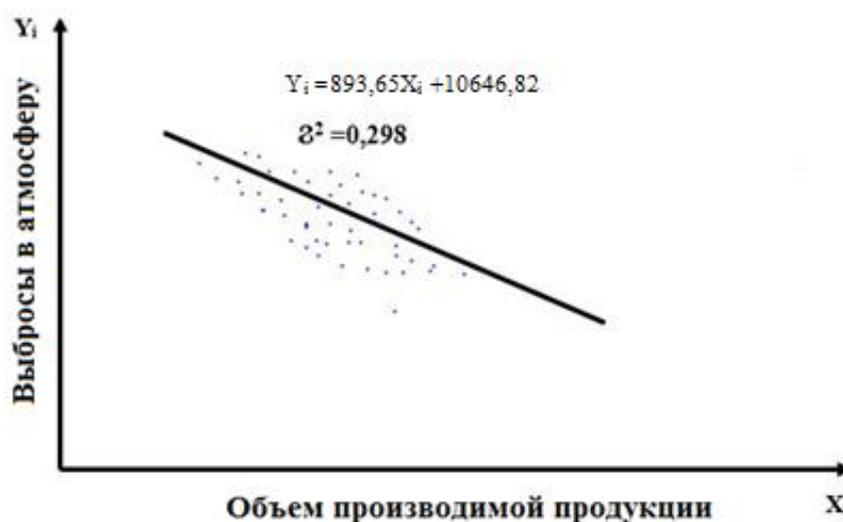


Рисунок 1 – Результаты расчётов коэффициента корреляции Пирсона

На основании полученных результатов определено уравнение линейной регрессионной зависимости в виде:

$$Y_i = -893,65X_i + 10646,82$$

Значение коэффициента корреляции ($\rho = -0,546$) показывает средне-сильную отрицательную корреляционную связь между количеством произведённой продукции предприятия и выбросами загрязняющих веществ в атмосферу.

Указанная зависимость подтверждает наличие эффекта декаплинга в данном процессе. Данная классификация носит условный характер, поэтому используются коэффициенты детерминации и рассчитывается коэффициент корреляции (R^2). Он показывает, какую долю вариабельности один из изучаемых показателей способен объяснить изменениями другого показателя.

Коэффициент детерминации $R^2 = 0,298$ указывает на то, что различие вопросов между изучаемыми годами может быть связано с различиями выделенных средств на охрану атмосферного воздуха.

Результаты

Предлагаемая методика позволяет определить методы снижения выбросов в атмосферу при увеличении производства на НПЗ. Все расчёты основывались на реальных качественных показателях. Помимо анализа причин выявления эффекта декаплинга показана роль факторов, влияющих на этот процесс. Данная методика выявления эффекта декаплинга является инструментом, который позволяет определить проблему загрязнения атмосферного воздуха при увеличении объёма производства.

Обсуждение

Сущность определения эффекта декаплинга состоит в выявлении и разрешении возникающих проблемных ситуаций. В процессе определения эффекта декаплинга в сфере нефтепереработки выделяется три основных стадии:

1. Анализ статистической информации, учитывающей взаимодействие объёма производства нефтепродуктов и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу за определённый период.
2. Определение корреляционно-регрессионной зависимости между переменными.
3. Определение характеристик выявления эффекта декаплинга на основе полученных вида регрессионной зависимости и значение коэффициента корреляции.

Основными показателями процесса и выявления эффекта декаплинга на НПЗ является определение корреляционной связи между переменными на основе анализа статистических данных прошлых лет. На основании этого формируется модель линейной регрессии и на её основе выявляется эффект декаплинга.

Заключение

Эколого-экономический анализ нефтеперерабатывающих предприятий показывает, что определённые предпосылки возникновения декаплинга имеют место только в части расхождения динамики объёмов производства нефтепродуктов и темпов увеличения выбросов, загрязняющих веществ в атмосферу. Можно предположить, что 2010–2021гг. наметилась хорошая тенденция, которая показывает, что при увеличении объёма производства уменьшились выбросы в атмосферу. Это демонстрирует наличие эффекта декаплинга в указанных предприятиях. Опыт данного предприятия показывает, что при проведении экологической модернизации и увлечении соответствующих расходов на охрану окружающей среды удаётся снизить негативное воздействие в условиях производственного роста.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Azərbaycan Respublikasının Dövlətstatistika komitəsi. Azərbaycanca ətrafmühit. Rəsmi nəşr. Statistika məcmuə. – Bakı, 2021. – p.135.
- 2 Вентуэль Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.
- 3 Акулов А.О. Эффект декаплинга в индустриальном регионе // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогнозы. – 2013. – № 4. – С. 177-185.
- 4 Белобородова С.С. Теория статистики. – Екатеринбург: Изд-во Уральского Университета, 2001. – 186 с.
- 5 Дружинин П.В., Шкиперова Г.Т., Поташева О.В. Исследование взаимосвязи экологических и экономических показателей: моделирование и анализ расчётов. – Петрозаводск, 2019. – 116с.
- 6 Тағйев N.F, Quliyev R.M., Mirzəyev F.Ə. İqtisadi proseslərdə yazı modelləşməsi. Bakı, 2012. – 207s.
- 7 Яшалова Н.Н. Анализ проявления эффекта декаплинга в эколого-экономической деятельности региона // Региональная экономика: теория и практика. – 2004. – № 39. – С. 54-61.
- 8 Бережная Е.В., Бережной В.И. Математические методы моделирования экономических систем. – М., 2018. – 158с.
- 9 Шимова О.С. Оценка эффективности декаплинга для мониторинга «зелёной» экономики // Белорусский экономический журнал. – 2013. – №12. – С.63-73.
- 10 Боровиков В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTIKA. – М., 2013. – 215 с.
- 11 Naqvi A., Zwickl K. Fitty shades of green: Revelsiting decoupling by economic sector and air pollutants // Ecological Economist. – 2017. – vol 133. – pp.111-126.

REFERENCES

- 1 Azərbaycan Respublikasının Dövlətstatistikakomitəsi. Azərbaycanca ətrafmühit. Rəsmi nəşr. Statistika məcmuə [State Statistics Committee of the Republic of Azerbaijan. Environment in Azerbaijan. Official publication. Statistical summary. 135]. (2021). [in Azerbaijan].
- 2 Ventyuel, E.S. (1969). Teoriya veroyatnostey. [Theoriya of probabilities]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 3 Akulov, A.O. (2013). Effektdikaplinga v industrial'nom regione. [The dicoupling effect in an industrial region]. Economic and social changes: facts, trends, proqnoz, 4, 177-185 [in Russian].
- 4 Beloborodova, S.S. (2001). Teoriya statistiki [The theory of statistics]. Yekaterinburg: Izd. Ural Universitety [in Russian].
- 5 Druzhinin, P.V., Shkiperova, G.T., Potasheva, O.V. (2019). Issledovaniye vzaimosvyazi ekologicheskikh i ekonomicheskikh pokazateley: modelirovaniye i analiz raschotov. [Study of the relationship between environmental and economic indicators: modeling and analysis of calculations]. Petrozavodsk [in Russian]
- 6 Tağıyev, N.F, Guliev, R.M., Mirzəyev, F.A. İqtisadi proseslərdə yazı modelləşməsi. [Mathematical modeling in economic processes]. Bakı: izd. Elm [in Azerbaijan].
- 7 Yashalova, N.N. (2004). Analiz proyavleniya effekta dekaplinga v ekologo-ekonomicheskoy deyatelnosti regiona [Analysis of the manifestation of the decoupling effect in the ecological and economic activities of the region]. Regionalnaya ekonomika: teoriya i praktika - Regional economy, 39, 54-61 [in Russian].
- 8 Berezhnaya, E.V., Berezhnoy, V.I. (2018). Matematicheskie metody modelirovaniya ekonomicheskikh sistem. [Mathematical methods for modeling economic systems]. Moscow: Nauka [in Russian].

- 9 Shimova, O.S. (2013). Otsenka effektivnosti dikaplinga dlya monitoringa «zelonoy» ekonomiki. [Evaluation of the effectiveness of decoupling for monitoring the "green" economy]. Belorusskiy ekonomicheskiy jurnal – Belarusian Economic Journal, 12, 63-73 [in Belorussian].
- 10 Borovikov, V.P. Populyarnoye vvedeniye v sovremennyy analiz dannykh v sisteme STATISTIKA [A popular introduction to modern data analysis in the STATISTIKA]. Moscow: Nauka [in Russian].
- 11 Nagvi, A., Zwickl, K. (2017). Fitty shades of green: Revelsiting decoupling by economic sector and air pollutants. Ecological Economist, 133, 111-126.

Х.Б. Гулиева

Әзірбайжан Ұлттық Аэроғарыш Агенттігі, Әзірбайжан

Мұнай өңдеу зауыттарындағы экологиялық-экономикалық зерттеулерде корреляциялық-регрессиялық талдауды қолдану мүмкіндігі

Өндірістің кез-келген саласында өндіріс көлемінің өсуі қоршаған ортаға, оның ішінде атмосфераға антропогендік әсердің қарқындылығын арттыратыны белгілі. Бұл мәселе әсіресе мұнай өңдеу зауыттарына тән. Бұл мұнай өңдеу үрдістерінің күрделілігіне және өңдеу кезінде атмосфераға әртүрлі көмірсутек қосылыстарының шығарылуына байланысты. Сондықтан мұнай өңдеумен байланысты Әзірбайжан өңірлерінде тұрақты экологиялық-экономикалық дамуды іске асыру кезінде өнім көлемінің ұлғаюы қоршаған ортаға әсер етудің өсуін тудырмауы тиіс.

Бұл мәселе кәсіпорынның экономикалық жағдайына тікелей әсер ететін, сондай-ақ жалпы қоғам үшін белгілі бір экологиялық, әлеуметтік және экономикалық мәселелер тудыратын факторлардың бірі болып саналады.

Мақсаты – декаплинг әсерінің болуын анықтау мәселесін шешуде корреляциялық-регрессиялық әдісті қолдану мүмкіндіктерін зерттеу. Өндірілген мұнай өнімдерінің көлемі мен атмосфераға шығарылатын ластаушы заттардың мөлшері арасындағы байланыс кездейсоқ болып табылады және стохастикалық және статистикалық тәуелділікпен сипатталады. Сонымен қатар, корреляциялық-регрессиялық талдау әдістерін және өндірістік функция әдісін өзара салыстыру негізінде корреляциялық-регрессиялық талдаудың тиімділігі анықталады.

Жұмыстың әдістемелік негізі өнеркәсіптік кәсіпорындардағы декаплингтің әсерін анықтауды қамтамасыз ететін ғалым-экономистердің, математиктердің ғылыми еңбектері болды. Ұсынылған Әдістемеді нақты уақыт режимінде орындалған бағалау белгіленген параметрдің мәндеріне байланысты өзгереді. Ұсынылған техниканы әзірлеу кезінде STATISTIKA бағдарламалық пакеті қолданылды. Аталған бағдарламаны StatSoft әзірледі. Алынған және эксперименталды түрде тексерілген мәліметтер негізінде сызықтық регрессияға тәуелділік теңдеуі анықталды.

Зерттеулер кезінде кейбір жағдайларда кездейсоқ шаманың статистикалық сипаттамаларын бағалау мүмкін емес немесе елеулі қателіктермен бірге жүретіні анықталды. Сондықтан деректерді өңдеу кезінде математикалық күтулер мен дисперсиялардың орнына біз математикалық күтулер мен дисперсияларды таңдадық.

Нәтижелері және олардың маңыздылығы: корреляциялық-регрессиялық талдау негізінде мұнай өңдеу кәсіпорындарының экологиялық-экономикалық жағдайын талдау декаплинг әсерінің болуын анықтауға мүмкіндік береді. Өндірістік мұнай өнімдерінің көлемі мен атмосфераға шығарылатын өнімнің арасындағы корреляция коэффициенті осы параметрлер арасында статистикалық маңызды байланыстың жоқтығын көрсетеді. Осылайша, мұнай өнімдерін өндіру және атмосфераға ластаушы заттардың шығарындылары көлемінің декаплинг әсеріне қол жеткізу бар.

Түйінді сөздер: мұнай өңдеу, қоршаған орта, корреляциялық талдау, экологиялық әсер, экономикалық көрсеткіштер, декаплинг, өндірістік факторлар.

Kh.B. Guliyeva

National Aerospace of Azerbaijan Agency, Azerbaijan

The possibility of using correlation and regression analysis in ecological and economic research at oil refineries

It is known that an increase in the volume of production in any sphere of production as a consequence increases the intensity of anthropogenic impact on the environment, including the atmosphere. This problem is especially typical for oil refineries. On the one hand, this is due to the complexity of oil refining processes and the release of various hydrocarbon compounds into the atmosphere during processing. Therefore, when implementing sustainable ecological and economic development in the Azerbaijani regions that are associated with oil refining, an increase in the volume of products should not create an increase in environmental impact.

This problem is considered one of the factors directly affecting the economic situation of the enterprise, as well as creating certain environmental, social and economic problems for society as a whole.

The purpose is to study the possibility of using the correlation-regression method in solving the problem of determining the presence of the decapling effect. The relationship between the volume of petroleum products produced and the amount of pollutants released into the atmosphere is random and is characterized by stochastic and statistical dependence. At the same time, on the basis of a mutual comparison of the methods of correlation and regression analysis and the method of production function, the effectiveness of correlation and regression analysis is determined.

The methodological basis of the work was the scientific works of scientists-economists, mathematicians providing the definition of the decoupling effect at industrial enterprises. In the presented methodology, the obtained estimates of the performed in real time vary depending on the values of the set parameter. When developing the presented methodology, the STATISTIKA software package was used. This program was developed by StatSoft. Based on the obtained and experimentally verified data, the equation of linear regression dependence is determined.

During the research, it was found that in some cases it is not possible to evaluate the statistical characteristics of a random variable or it is accompanied by serious errors. Therefore, when processing data, instead of mathematical expectations and variances, we used selective mathematical expectations and variances.

The analysis of the ecological and economic situation of oil refineries based on correlation and regression analysis allows us to determine the presence of the decapling effect. The obtained correlation coefficient between the volume of production oil products and the volume of emissions into the atmosphere shows that there is no statistically significant relationship between these parameters. Thus, there is an achievement of the decoupling effect between the production of petroleum products and the volume of emissions of pollutants into the atmosphere.

Keywords: oil refining, environment, correlation analysis, environmental impact, economic indicators, decoupling, production factors.

Дата поступления рукописи в редакцию: 17.03.2022 г.