

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут бізнесу, економіки та менеджменту
Кафедра економічної кібернетики

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ
ОСВІТНІХ ПОСЛУГ»

Виконала студентка 4 курсу, групи ЕК-71а
(номер курсу) (шифр групи)

Спеціальності 051 «Економіка»

(«Економічна кібернетика»)

Ніконова О.В.
(прізвище, ініціали студента)

Керівник доцент, к.ф.-м.н. Коломієць С.В.
(посада, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

Суми – 2021 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи на тему

«ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ»

студентки Нікопорової Олександрі Вікторівни
(прізвище, ім'я, по батькові)

Актуальність обраної теми дослідження. Характерною рисою розвитку сучасного суспільства є накопичення людського капіталу завдяки інвестиціям в освіту. Як наслідок, суспільство отримує знання, вміння, навички, що використовуються в будь-якій сфері діяльності. Знання, вміння та навички кваліфікованих робітників збільшують продуктивність робочої сили, що призводить до зростання доходів населення. З погляду людського капіталу вища освіта є інвестицією в людину, яка здійснюється двома способами: вкладенням коштів та ресурсів, часу та зусиль самої людини.

Ринок освіти створює базу для подальших наукових досліджень і стає вагомим фактором підготовки робітників для різних сфер. Вивчення впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на кількість вступників в заклади вищої освіти є вкрай важливим. Найбільш затребуваними методами дослідження складних соціально-економічних систем є традиційні економетричні методи.

Враховуючи високу еластичність попиту на ринку освіти, а також постійний розвиток даної економічної системи, дослідження ринку освітніх послуг, побудова математичної моделі за оновленими даними є актуальними.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у побудові регресійних моделей ринку вищої освіти України.

Об'єкт дослідження – моделювання системи вищої освіти України.

Предмет дослідження – економетричні моделі ринку вищої освіти України.

Мета роботи обумовила наступні завдання:

- вивчити сучасні підходи до визначення поняття «ринку освітніх послуг»;
- проаналізувати сучасні підходи до моделювання та прогнозування ринку вищої освіти України;
- визначити фактори, що впливають на ринок освітніх послуг України;
- побудувати економетричні моделі, що визначають вплив окремих факторів на попит на послуги вищої освіти в Україні;
- провести порівняльний аналіз отриманих моделей.

Для виконання поставлених завдань були використані методи системного аналізу, методи кореляційно-регресійного аналізу. Побудову та дослідження моделей проведено з використанням програмного забезпечення MS Excel.

Інформаційна база дослідження – офіційна статистична інформація 2000-2020 років, що зібрана з відкритих ресурсів: офіційного сайту державної статистики України та сайту Світового банку.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в побудові економетричних моделей попиту на послуги вищої освіти України, що можуть бути використані для подальших досліджень ринку освітніх послуг.

Ключові слова: ринок освітніх послуг, кореляційно-регресійна модель, заклади вищої освіти України.

Зміст кваліфікаційної роботи викладено на 48 сторінках. Список використаних джерел із 40 найменувань, розміщений на 5 сторінках. Робота містить 2 таблиці, 9 рисунків, а також 8 додатків, розміщених на 15 сторінках.

Рік виконання кваліфікаційної роботи – 2021 рік.

Рік захисту роботи – 2021 рік.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Навчально-науковий інститут бізнесу, економіки та менеджменту
Кафедра економічної кібернетики

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д.е.н., професор
_____ О.В. Кузьменко
“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА
спеціальність 051 Економіка (Економічна кібернетика)
студенту 4 курсу, групи ЕК 71а

_____ Ніконоровій Олександрі Вікторівні

(прізвище, ім'я, по батькові студента)

1. Тема роботи Економіко-математичне моделювання ринку освітніх послуг
затверджена наказом по університету від «15» 03 2021 року № 0383-III
2. Термін подання студентом закінченої роботи «27» травня 2021 року
3. Мета кваліфікаційної роботи Побудова економетричних моделей ринку вищої освіти України
4. Об'єкт дослідження Моделювання системи вищої освіти України
5. Предмет дослідження Економетричні моделі ринку вищої освіти України
6. Кваліфікаційна робота виконується на матеріалах офіційної статистичної інформації щодо ринку освітніх послуг України
7. Орієнтовний план кваліфікаційної роботи, терміни подання розділів керівникові та зміст завдань для виконання поставленої мети
Розділ 1. Аналіз ринку освітніх послуг в Україні 11 травня 2021 р.
(назва – термін подання)
У розділі 1. Дослідити сутність та значення ринку освітніх послуг, систематизувати підходи до аналізу та моделювання ринку освітніх послуг, визначити фактори, що впливають на ринок освітніх послуг України
(зміст конкретних завдань до розділу, які має виконати студент)
- Розділ 2. Економетрична модель попиту на послуги вищої освіти України 17 травня 2021 р.
(назва – термін подання)

У розділі 2 Побудувати економетричні моделі, що визначають вплив окремих факторів на попит на послуги вищої освіти в Україні, провести порівняльний аналіз отриманих моделей, обрати найбільш адекватну модель. Перевірити адекватність моделі.

(зміст конкретних завдань до розділу, які повинен виконати студент)

8. Консультації з роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1			
2			
3			

9. Дата видачі завдання: «1» березня 2021 року

Керівник кваліфікаційної роботи _____ С.В. Коломієць

Завдання до виконання одержав _____ О.В. Ніконова

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ В УКРАЇНІ	9
1.1 Ринок освітніх послуг: сутність та значення	9
1.2 Методологічні підходи до аналізу ринку освітніх послуг.....	12
1.3 Фактори розвитку ринку освітніх послуг	14
2 ЕКОНОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ	18
1.1 Побудова економетричної моделі	18
2.2 Реалізація моделі в середовищі MS Excel	20
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29
ДОДАТКИ.....	34
ДОДАТОК А.....	35
ДОДАТОК Б	36
ДОДАТОК В.....	37
ДОДАТОК Г	39
ДОДАТОК Д.....	41
ДОДАТОК Ж.....	43
ДОДАТОК К.....	45
ДОДАТОК Л.....	47

ВСТУП

Актуальність теми досліджень. Характерною рисою розвитку сучасного суспільства є накопичення людського капіталу завдяки інвестиціям в освіту. Як наслідок, суспільство отримує знання, вміння, навички, що використовуються в будь-якій сфері діяльності. Вища освіта завжди відігравала ключову роль у забезпеченні соціально-економічного та культурного розвитку суспільства. Знання, вміння та навички кваліфікованих робітників збільшують продуктивність робочої сили, що призводить до зростання доходів населення. З погляду людського капіталу вища освіта є інвестицією в людину, яка здійснюється двома способами: вкладенням коштів та ресурсів, часу та зусиль самої людини. Суспільство усвідомлює необхідність інвестувати в систему вищої освіти.

Ринок освіти створює базу для подальших наукових досліджень і стає вагомим фактором підготовки робітників для різних сфер. Вивчення впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на кількість вступників в заклади вищої освіти є вкрай важливим. Враховуючи високу еластичність попиту на ринку освіти, а також постійний розвиток даної економічної системи, дослідження ринку освітніх послуг, побудова математичної моделі за оновленими даними є актуальними.

Найбільш затребуваними методами дослідження складних соціально-економічних систем є традиційні економетричні методи.

Мета кваліфікаційної роботи полягає у побудові регресійних моделей ринку вищої освіти України.

Об'єкт дослідження – моделювання системи вищої освіти України.

Предмет дослідження – економетричні моделі ринку вищої освіти України.

Мета роботи обумовила наступні завдання:

- вивчити сучасні підходи до визначення поняття «ринку освітніх послуг»;
- проаналізувати сучасні підходи до моделювання та прогнозування ринку вищої освіти України;
- визначити фактори, що впливають на ринок освітніх послуг України;
- побудувати економетричні моделі, що визначають вплив окремих факторів на попит на послуги вищої освіти в Україні;
- провести порівняльний аналіз отриманих моделей.

Для виконання поставлених завдань були використані методи системного аналізу, методи кореляційно-регресійного аналізу. Побудову та дослідження моделей проведено з використанням програмного забезпечення MS Excel.

Інформаційна база дослідження – офіційна статистична інформація 2000-2020 років, що зібрана з відкритих ресурсів: офіційного сайту державної статистики України та сайту Світового банку.

1 АНАЛІЗ РИНКУ ОСВІТНІХ ПОСЛУГ В УКРАЇНІ

1.1 Ринок освітніх послуг: сутність та значення

Ринок освітніх послуг – важлива економічна система підготовки кадрів для нормального функціонування всіх сфер всередині країни. Він розвивається керуючись загальним правилам ринкової економіки, але має свої особливості: висока динамічність, швидка реакція на зміни потреб споживачів, неокреслений результат навчання, темп обороту капіталу, високе значення нематеріальних факторів [1–5].

В економічній літературі існують суперечливі судження щодо питання означення «ринку освіти». Найбільш поширеними є два основні підходи до трактування «ринку освіти» [1]:

- ринок освітніх послуг – це взаємодія між суб'єктами даної економічної системи в рамках торгових відносин задля отримання блага (освіти) окремого індивіда чи соціальної групи, тобто орієнтація на суб'єктів ринку;
- розгляд ринку освітніх послуг як структуру організації освіти, тобто виробництво, просування, реалізація та подальше споживання.

Враховуючи висновки робіт А. А. Антохова та О. Г. Мусієнко, сформуємо визначення ринку освіти – це економічна система, яка базується на відносинах купівлі-продажу освітніх послуг, де сторона (вищі заклади освіти, інші юридичні особи) надає освітні послуги (які мають вагому споживчу вартість і є суспільним благом), а сторона споживача (держава, фізичні та юридичні особи) отримує їх за визначену плату [2, 7].

Тісна робота між суб'єктами ринку праці та ринку освітніх послуг полягає у використанні можливостей освітніх ресурсів. Однак ролі та мотивація залучених сторін різні. Проте, в деяких ЗВО працює режим

цільового навчання конкретним спеціальностям з метою подальшого працевлаштування. З одного боку, всі залучені сторони повинні чітко висловити власну позицію, а не бути поза межами співпраці. Міністерство освіти та окремо ЗВО мають розроблювати конкретну політику співпраці. Очікується, що підприємства пропонуватимуть аспірантам своєчасну інформацію про потреби ринку в дослідженнях, тісно пов'язані у напрямку розвитку промисловості, тримати за собою робочі місця для студентської практики та подальшої роботи. З іншого боку, всі сторони мають бути відкритими для обміну інформацією. Роблячи це, вони можуть інтегрувати власні ресурси та повністю відіграти свої переваги [23].

Виокремимо такі елементи робоча сила, роботодавець, держава, заклад підготовки спеціалістів, для того:

- щоб показати роботу ринку освіти у поєднанні з ринком праці, бо для обох цих систем спільною точкою є професійно підготовлені робітники;
- щоб показати освітній продукт як суспільне благо, яке безпосередньо діє на економіку країни;
- щоб детально описати характер взаємодії системи освіти (ЗВО) з зовнішнім середовищем.

На рисунку 1.1 наведена схема взаємодії елементів ринку освітніх послуг, яка отримана за результатами роботи [6].

Аналіз взаємодії елементів ринку освітніх послуг, показує, що сучасний ринок освіти являє собою постійну взаємодію освітньої системи, держави, робітників та роботодавців.

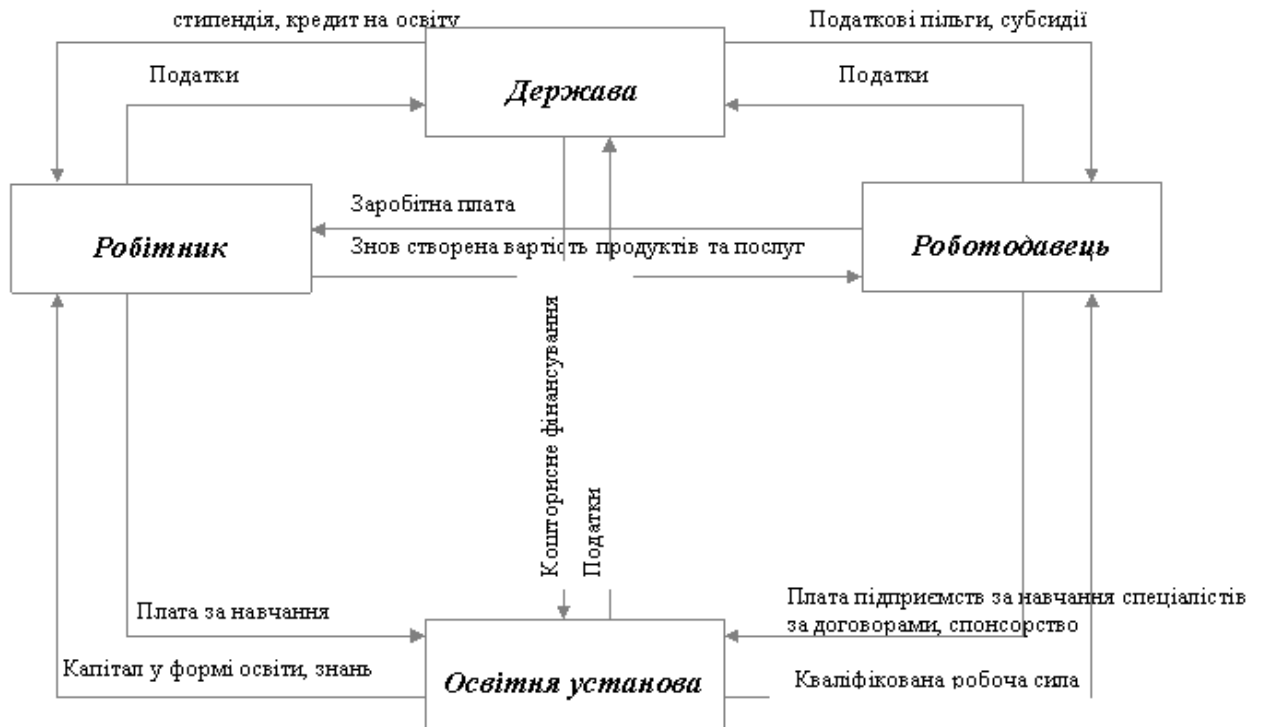


Рисунок 1.1 – Взаємодія елементів ринку освітніх послуг

Питанням процесу регулювання попиту та пропозиції на ринку освітніх послуг приділяється значна увага. Держава завжди приділяла значну увагу регулюванню процесу попиту та пропозиції на ринку освітніх послуг. Цей процес ніколи не мав виключно ринкового характеру, оскільки завжди контролювався державою.

Попит на ринку освітніх послуг формують потреби окремого індивіда, суспільства, зокрема на нього впливають роботодавці; пропозиція описується освітніми програмами, які надають заклади освіти; ціна надається за кожен освітній продукт, її враховують як плату за отриманні знання, навички; товар це є освітня послуга, яка має конкретну вартість в процесі виробництва та безпосередньо споживчу вартість для суспільства [2].

1.2 Методологічні підходи до аналізу ринку освітніх послуг

Ринок освіти в Україні наразі є досить молодим. Дослідженню ринку освіти присвячені роботи багатьох науковців, зокрема Баша І.М., Бредюк В.І., Джоші О.І., Саричев В.І., Мартякова О.В., Снігова С.М., Мудра О.В., Гришова І.Ю., Демчук Н.М.

Більшість науковців для вивчення ринку освітніх послуг, як економічної системи, для визначення залежностей між факторами впливу на ринок використовують економетричні методи. Цілком зрозуміло, що на формування контингенту споживачів освітніх послуг впливає низка зовнішніх факторів: економічні, соціально-економічні, демографічні, соціальні, політична ситуація, ситуація на ринку праці, наука та технології (рис. 1.2) [15].

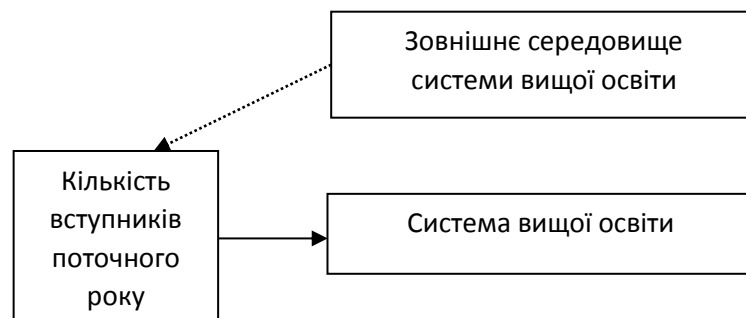


Рисунок 1.2 – Функціонування системи вищої освіти за зовнішніми чинниками.

Аналіз літературних джерел дозволив систематизувати сучасні підходи до моделювання ринку освітніх послуг. Основні результати наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Узагальнююча характеристика підходів до моделювання ринку освітніх послуг

Назва підходу, автори	Суть наукових робіт
Узагальнюючий, системний підхід, Кратт О. А. [10-11]	Фундаментальна робота, де описано функціонування ринку освітніх послуг завдяки параметрам часу, сегментів ринку та поняття освітньої послуги.
Маркетинговий підхід, Красовська О. Ю., Баша І.М. [12-13]	Сформовано комплексне маркетингове дослідження ринку освітніх послуг. Розглянуто модель конкурентоспроможності ЗВО на міжнародному ринку.
Економіко-математичне моделювання, Саричев В.І. [14] Лапшинов С.Б. [29] Карпюк О.А., Мамонова Г.В. [31]	У цьому підході можна пов'язати елементи, які впливають на ринок завдяки кореляційно-регресійному аналізу. В роботах створювали моделі ринку освіти та аналізували їх. В третій роботі використано прогнозування ситуації на ринку освітніх послуг на основі ланцюгів Маркова і методу екстраполяції даних.
Класичний ринковий підхід [2]	Розглядається ринок освітніх послуг як механізм взаємодії покупців і продавців. Зазначено, що освітня послуга є не тільки особистим благом, а і суспільним благом.
SWOT-аналіз, Вербовська, Л. С., Кушлик О. Ю., Степанюк Г. С. [32] Гладченко М. М. [33]	У роботах завдяки SWOT-аналізу здійснюється пошук сильних та слабких сторін в внутрішньому середовищі та зовнішньому середовищі системи освіти на прикладі окремих закладів освіти.

Аналіз таблиці 1.1 показав, що для моделювання попиту на ринку освітніх послуг варто використати традиційний кореляційно-регресійний аналіз, який є зручним у використанні та дозволить виділити основні фактори, що впливають на попит на ринку освітніх послуг, побудувати кореляційно-регресійну модель.

1.3 Фактори розвитку ринку освітніх послуг

Можливість спрогнозувати попит на освітні послуги в наступній вступній кампанії у ЗВО впливає на ефективність роботи ринку освітніх послуг. Потрібно визначити найбільш вагомі фактори, які мають вплив на рішення абітурієнтів щодо продовження навчання та отримання рівня вищої освіти. Це є вкрай важливим для національних ЗВО, оскільки вони мають змогу вчасно підготувати якісний освітній продукт, який задовольнятиме потреби ринку. Динаміка кількості вступників до закладів вищої освіти представлена на рисунку 1.3 [17].

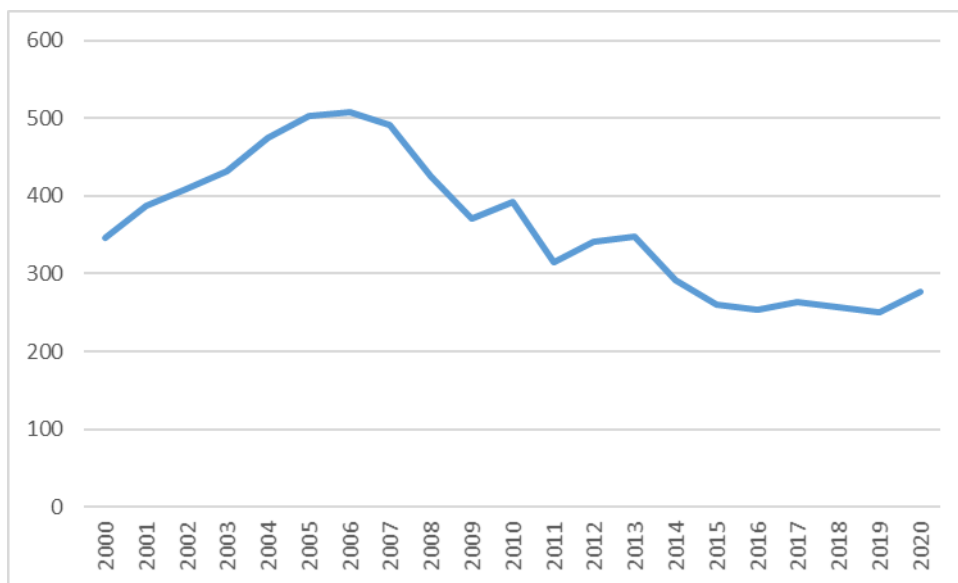


Рисунок 1.3 – Зміна кількості вступників ЗВО по роках.

Динаміка кількості ЗВО протягом 2000-2020 років представлена на рисунку 1.4, який демонструє зменшення кількості ЗВО.

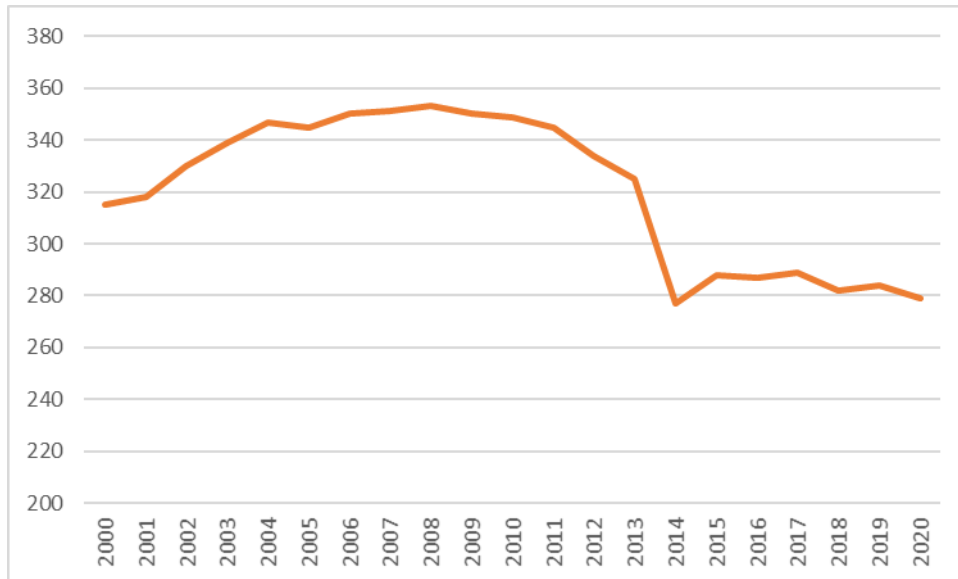


Рисунок 1.4 – Динаміка кількості закладів вищої освіти

Зменшення кількості ЗВО пов'язано, перш за все, з демографічною ситуацією, з економічною ситуацією в Україні та з державним регулюванням системи вищої освіти – виключення тих ЗВО, що не відповідають акредитаційним вимогам.

Кількість ЗВО з 2014 року визначається без урахування тимчасово окупованої території АР Крим та м. Севастополя, із 2015 року – без частини тимчасово окупованих територій у Донецькій та Луганській областях.

В останні роки спостерігається зменшення кількості абітурієнтів в ЗВО. Окрім демографічної ситуації, важливим є зміна структури ринку освітніх послуг. Поява нових вимог на ринку праці, фінансові можливості домогосподарств, наявність різних пропозицій на ринку неформальної освіти – все це змушує молодь шукати неформальні способи освіти і провокує розвиток ринку освітніх послуг.

Споживачі освітнього продукту цінують, перш за все,:

- швидкість та зручність отриманого результату;
- ефективність освітньої послуги;
- актуальність отриманих знань та умінь.

Врахування вимог споживачів освітніх послуг ставить перед ЗВО завдання розробки якісного освітнього продукту, розвиток Hard Skills та Soft Skills у студентів в процесі навчання, а також прогнозування кількості потенційних абітурієнтів кожного року, вивчення факторів, що впливають рішення споживачів освітніх послуг.

Аналіз наукових досліджень показав, що показники, які характеризують розвиток ЗВО, як елемент ринку освітніх послуг, можна поділити на дві групи:

- показники, що характеризують внутрішнє середовище системи вищої освіти: фінансові умови функціонування окремих ЗВО, матеріально-технічна база, бібліотечний фонд, рівень комп'ютеризації, якість професорсько-викладацького складу, якість навчального процесу в ЗВО, обсяг наукових розробок, обсяг госпдоговірних науково-дослідних розробок тощо;
- показники, що характеризують зовнішнє середовище системи вищої освіти: економічні, демографічні показники; стан ринку праці (рівень зайнятості, рівень безробіття, працевлаштування зареєстрованих безробітних); соціальні фактори (рівень освіти населення, рівень соціальної стабільності); політичні фактори (державна освітня політика, рівень політичної стабільності); наукові та технологічні фактори.

На рисунку 1.5 представлена схема найбільш вагомих, на нашу думку, факторів, які характеризують зовнішнє середовище системи вищої освіти, та впливають на попит на ринку вищої освіти.

Виділимо фактори, які будуть включені в економетричну модель для моделювання попиту на ринку освітніх послуг України.

Демографічні фактори: кількість випускників шкіл (одержали атестат про здобуття повної загальної середньої освіти), кількість населення 16-59 років, кількість випускників ЗВО I-II рівня акредитації. Ця підгрупа факторів

напрямку впливає на кількість абітурієнтів, так як вони створюють той сегмент населення, які можуть бути зацікавлені в вищій освіті.



Рисунок 1.5 – Схема впливу зовнішніх факторів на розвиток вищої освіти

Економічні фактори: ВВП у фактичних цінах, ВВП на душу населення, середня заробітна плата, загальні видатки на вищу освіту у відсотках від ВВП. Показують платоспроможність окремого індивіда та держави на отримання вищої освіти. Індикатори економічного стану країни впливають на фінансування системи освіти, зокрема на окремий ЗВО, що дає можливість освітньому ринку або розвиватися за наявності достатнього інвестування, доходів суб'єктів ринку, або занепадати.

Фактори ринку праці: рівень зайнятості, рівень безробіття. Висвітлюють потребу сучасного суспільства у кваліфікованих спеціалістах та проблему у підготовки вже існуючої робочої сили до змін сучасного світу.

Фактори розвитку науки: обсяг наукових праць. Впливає на необхідність появи нових спеціалістів для досліджень у нових напрямках та адаптації вже існуючих наукових робіт до змін сучасного світу.

2 ЕКОНОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ ПОПИТУ НА ПОСЛУГИ ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ

1.1 Побудова економетричної моделі

Для побудови економетричної моделі попиту на послуги вищої освіти розглянемо групи факторів, які визначають попит на послуги вищої освіти на ринку освітніх послуг.

Нехай Y – кількість випускників, які вступили до ЗВО. Групи факторів, що впливають на попит на ринку вищої освіти, можна віднести фактори:

E – економічні фактори;

D – демографічні фактори;

S – соціальні фактори;

L – стан ринку праці;

P – політичні фактори;

R – наукові та технологічні фактори.

Тоді модель попиту на послуги вищої освіти може бути подана у вигляді

$$Y = f(E, S, D, L, P, R, \varepsilon) \quad (2.1)$$

Враховуючи, що

$$E = \{x_{ej}\};$$

$$D = \{x_{dj}\};$$

$$S = \{x_{sj}\};$$

$$L = \{x_{lj}\};$$

$$P = \{x_{pj}\};$$

$$R = \{x_{rj}\},$$

економетричну модель (2.1) можна подати у вигляді

$$Y = f(x_{ej}, x_{sj}, x_{dj}, x_{lj}, x_{pj}, x_{rj}, \varepsilon) \quad (2.2)$$

Практична реалізація моделі (2.2) відбувається на основі статистичних даних. Аналіз відкритих джерел показав відсутність деяких статистичних даних, що не дозволяє побудувати модель у формі (2.2).

Для побудови лінійної багатофакторної регресії обмежимося наявними статистичними даними, внаслідок чого модель (2.1) набуває вигляду

$$Y = f(E, D, L, R, \varepsilon), \quad (2.3)$$

що відповідає запропонованій в роботі концептуальній схемі (рис. 1.5).

Для побудови моделі (2.3) складемо таблицю 2.1, у якій зазначимо шкали вимірювання показників, допустимі значення, джерела даних кожного елемента масиву.

Таблиця 2.1 – Опис показників

Показник (позначення)	Економічний зміст	Шкала вимірювання	Допустимі значення	Джерело даних
X_1	ВВП, в доларах за курсом 2010 року	Абсолютна	> 0	Офіційний сайт Світового банку [24]
X_2	Населення 16-59 років, тис. осіб	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]
X_3	Кількість випускників шкіл (атестат про здобуття повної загальної середньої освіти), тис. осіб	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]

Продовження таблиці 2.1 – Опис показників

X_4	Витрати домогосподарств на освіту, у % до сукупних витрат	Інтервальна (взята у відсотках)	$[0; 1]$	Державна служба статистики України [17]
X_5	Середня заробітна плата, грн	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]
X_6	ВВП на душу населення у доларах за курсом 2010 року	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]
X_7	Видатки зведеного бюджету України на освіту, у % до ВВП	Інтервальна (взята у відсотках)	$[0; 1]$	Міністерство освіти та науки України [20]
X_8	Кількість випускників ЗВО I-II рівня акредитації, тис. осіб	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]
X_9	Обсяг наукових робіт, % від ВВП	Інтервальна (взята у відсотках)	$[0; 1]$	Державна служба статистики України [17]
X_{10}	Рівень зайнятості населення 15-70 років, тис. осіб	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]
X_{11}	Рівень безробіття населення 15-70 років, тис. осіб	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]
Y	Кількість вступників, які вступили до ЗВО, тис. осіб	Абсолютна	> 0	Державна служба статистики України [17]

2.2 Реалізація моделі в середовищі MS Excel

На основі наявних статистичних даних за 2000–2020 роки (рис. Б.1), будується багатофакторна лінійна модель попиту на вищу освіту, яка включає 11 факторних ознак (див. табл. 2.1).

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_8x_8 + b_9x_9 + b_{10}x_{10} + b_{11}x_{11} + e \quad (2.4)$$

Застосування надбудови «Аналіз даних →Регресія» показало, що статистично значущим є лише параметр b_3 (див. рис. В.1).

Оскільки аналіз ринку освітніх послуг передбачає вивчення впливу кожного окремого фактору X_i на попит освітніх послуг Y , побудуємо однофакторну лінійну регресію від X_3 . Результати регресійного аналізу представлено на рисунку В.2.

Аналіз результатів показав, що модель є статистично значущою в цілому, статистично значущим є параметр моделі. Коефіцієнт детермінації $R^2 \approx 0,97$, що дозволяє зробити висновок, що зміна попиту на послуги вищої освіти на 97% визначається зміною кількості випускників шкіл.

Відповідна однофакторна модель має вигляд

$$y = 0,96x_3, \quad (2.5)$$

де y – кількість вступників, які вступили до ЗВО, тис. осіб;

x_3 – кількості випускників шкіл, тис. осіб.

Наступний крок запропонованого в роботі методу передбачає виключення з моделі (2.4) фактору x_3 – кількості випускників шкіл, щоб проаналізувати вплив інших факторів на попит на ринку вищої освіти.

В цьому випадку модель будується, яка вивчає вплив 10 факторів:

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_8x_8 + b_9x_9 + b_{10}x_{10} + b_{11}x_{11} + e \quad (2.6)$$

Результати регресійного аналізу представлені на рисунку Г.1.

Аналіз результатів свідчить, що в моделі (2.6) статистично значущими є лише параметри b_8 та b_{11} . Побудуємо двофакторну модель, що дозволить вивчити вплив кількості випускників ЗВО I-II рівня акредитації та рівня

зайнятості населення 15-70 років на попит на ринку вищої освіти. Результати регресійного аналізу представлені на рис. Г.2.

Аналіз отриманих результатів свідчить, що статистично значущим є параметр b_8 , відповідна однофакторна модель має вигляд

$$y = 3,23 x_8, \quad (2.7)$$

де y – кількість вступників, які вступили до ЗВО;

x_8 – кількість вступників, ЗВО I-II рівня акредитації.

Модель (2.7) є статистично значущою в цілому, статистично значущим є параметр моделі. Коефіцієнт детермінації $R^2 \approx 0,97$, що дозволяє зробити висновок, що зміна попиту на послуги вищої освіти на 97% визначається зміною кількості випускників ЗВО I-II рівня акредитації.

Наступним кроком будується модель, яка вивчає вплив восьми факторів, з розгляду виключено фактори x_8 та x_{11} . Відповідна модель має вигляд:

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_9x_9 + b_{10}x_{10} + e \quad (2.8)$$

Результати регресійного аналізу представлені на рисунку Д.1.

Аналіз результатів свідчить, що в моделі (2.8) статистично значущими є лише параметр b_9 . Відповідна однофакторна модель має вигляд

$$y = 399,95x_9, \quad (2.9)$$

де y – кількість вступників, які вступили до ЗВО;

x_9 – обсяг наукових робіт.

Модель (2.9) є статистично значущою в цілому, статистично значущим є параметр моделі. Коефіцієнт детермінації $R^2 \approx 0,97$, що дозволяє зробити висновок, що зміна попиту на послуги вищої освіти на 97% визначається зміною обсягу наукових робіт (у % від ВВП). Середня помилка апроксимації 11%. Відповідні розрахунки представлені на рисунку Д.2. Статистичні та розраховані за моделлю (2.9) дані представлені на рисунку 2.1.

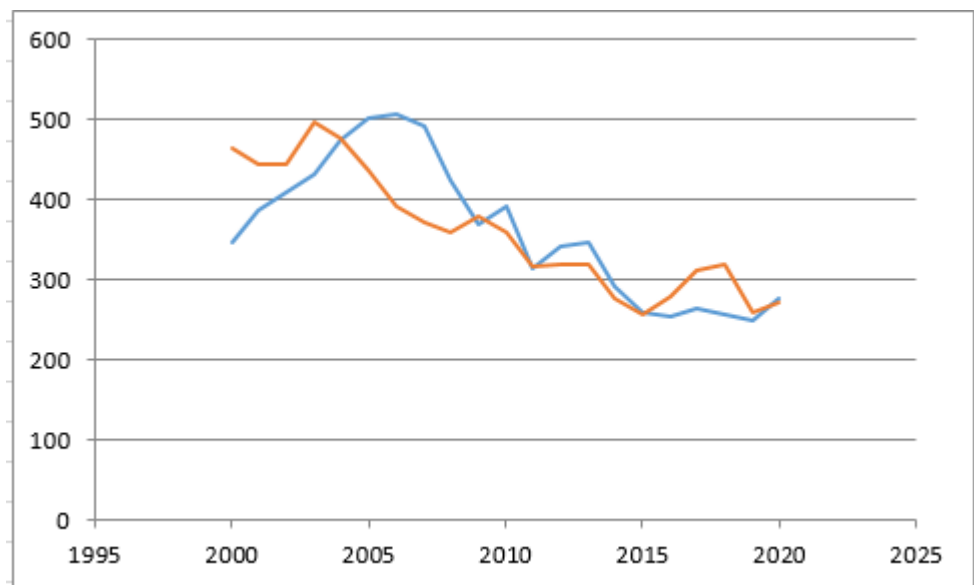


Рисунок 2.1 – Фактична і розрахована за (2.9) динаміка Y

Наступний крок дослідження полягає у побудові моделі, яка буде містити 7 факторів, та отримана з моделі (2.8) виключенням фактору x_9 . Відповідна економетрична модель має вигляд:

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + b_{10}x_{10} + e \quad (2.10)$$

Результати регресійного аналізу представлені на рисунку Ж.1.

Аналіз результатів свідчить, що в моделі (2.10) статистично значущими є лише параметр b_{10} . Відповідна однофакторна модель має вигляд

$$y = 19,36x_{10} , \quad (2.11)$$

де y – кількість вступників, які вступили до ЗВО;

x_{10} – рівень зайнятості населення 15–70 років.

Модель (2.11) є статистично значущою в цілому, статистично значущим є параметр моделі. Коефіцієнт детермінації $R^2 \approx 0,98$, що дозволяє зробити висновок, що зміна попиту на послуги вищої освіти на 98% визначається зміною рівня зайнятості населення 15–70 років. Середня помилка апроксимації 13%. Відповідні розрахунки представлені на рисунку Ж.2. Статистичні та розраховані за моделлю (2.11) дані представлені на рисунку 2.2.

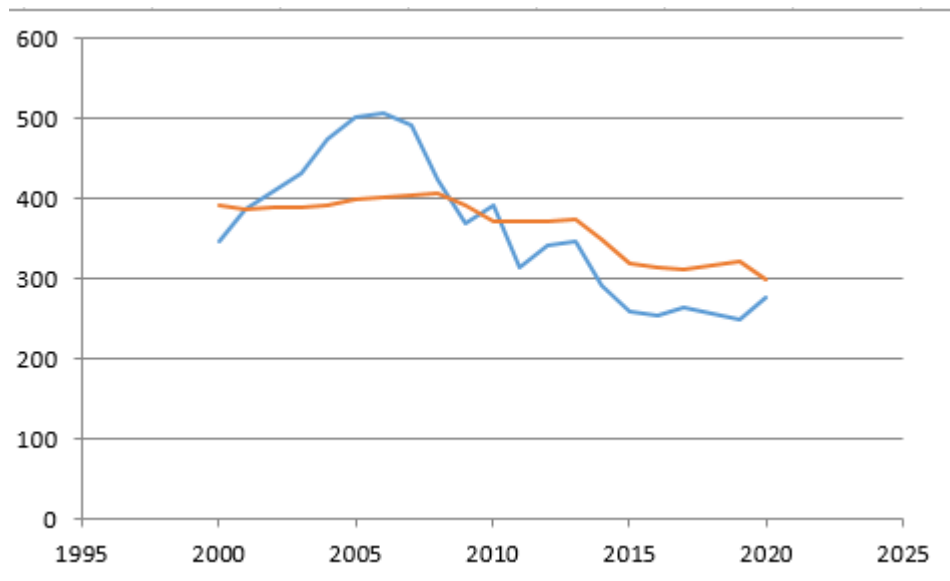


Рисунок 2.2 – Фактична і розрахована за (2.11) динаміка Y

Наступний крок – виключення з моделі (2.10) фактору x_{10} . Відповідна модель має вигляд:

$$y = b_1x_1 + b_2x_2 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6 + b_7x_7 + e \quad (2.12)$$

Результати регресійного аналізу представлені на рисунку К.1.

Аналіз результатів свідчить, що в моделі (2.12) статистично значущими є лише параметри b_0 і b_2 . Відповідна однофакторна модель має вигляд

$$y = -858,62 + 43,13x_2, \quad (2.13)$$

де y – кількість вступників, які вступили до ЗВО;

x_2 – кількість населення 16–59 років, тис. осіб.

Модель (2.13) є статистично значущою в цілому, статистично значущими є параметри моделі. Коефіцієнт детермінації $R^2 \approx 0,75$, що дозволяє зробити висновок, що зміна кількості вступників, які вступили до ЗВО, на 75% визначається зміною кількості населення 16–59 років. Середня помилка апроксимації 11%. Відповідні розрахунки представлені на рисунку К.2. Статистичні та розраховані за моделлю (2.13) дані представлені на рисунку 2.3.

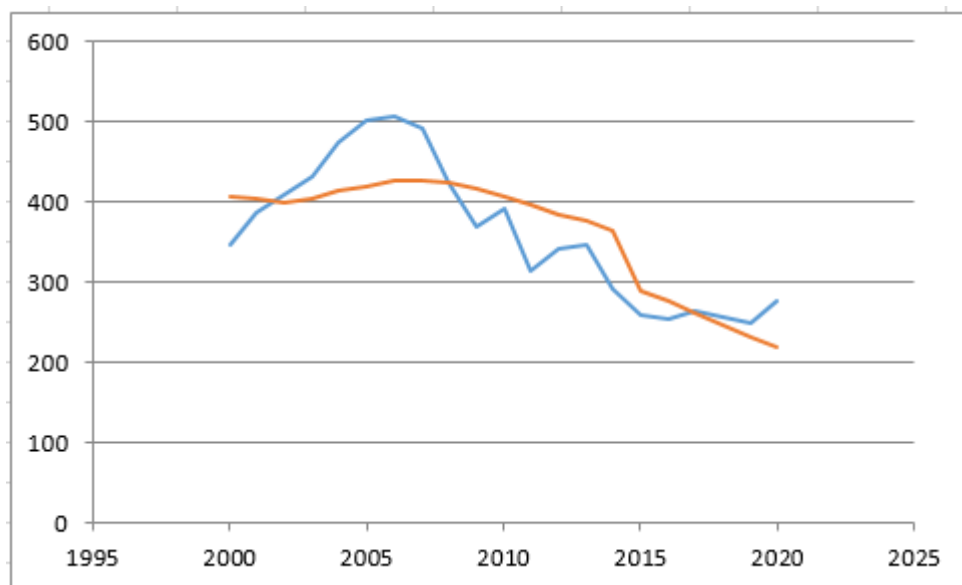


Рисунок 2.3 – Фактична і розрахована за (2.11) динаміка Y

Наступним кроком проаналізуємо фактори моделі (2.4) на наявність мультиколінеарності. Кореляційна матриця представлена на рисунку Л.1. Аналіз значень кореляційної матриці дозволив зробити висновок, що в моделі

присутня мультиколінеарність між факторами. З моделі (2.4) вилучені всі фактори, крім x_1 , x_3 , x_4 , x_6 , x_7 за принципом почергового вилучення одного з факторів, абсолютне значення коефіцієнта кореляції між якими перевищувало 0,8.

Таким чином, модель (2.4) має вигляд:

$$y = b_1x_1 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_6x_6 + b_7x_7 + e \quad (2.14)$$

Результати регресійного аналізу представлені на рисунку Л.2.

Аналіз результатів свідчить, що в моделі (2.14) статистично значущими є лише параметри b_3 і b_6 . Відповідна двофакторна модель має вигляд:

$$y = 0,66x_3 + 44,55x_6, \quad (2.15)$$

де y – кількість вступників, які вступили до ЗВО, тис. осіб;

x_3 – кількості випускників шкіл, тис. осіб;

x_6 – ВВП на душу населення у доларах за курсом 2010 року.

Модель (2.15) є статистично значущою в цілому, статистично значущими є параметри моделі. Коефіцієнт детермінації $R^2 \approx 0,99$. Середня помилка апроксимації 6 %. Відповідні розрахунки представлені на рисунку Л.3. Статистичні та розраховані за моделлю (2.15) дані представлені на рисунку 2.4.

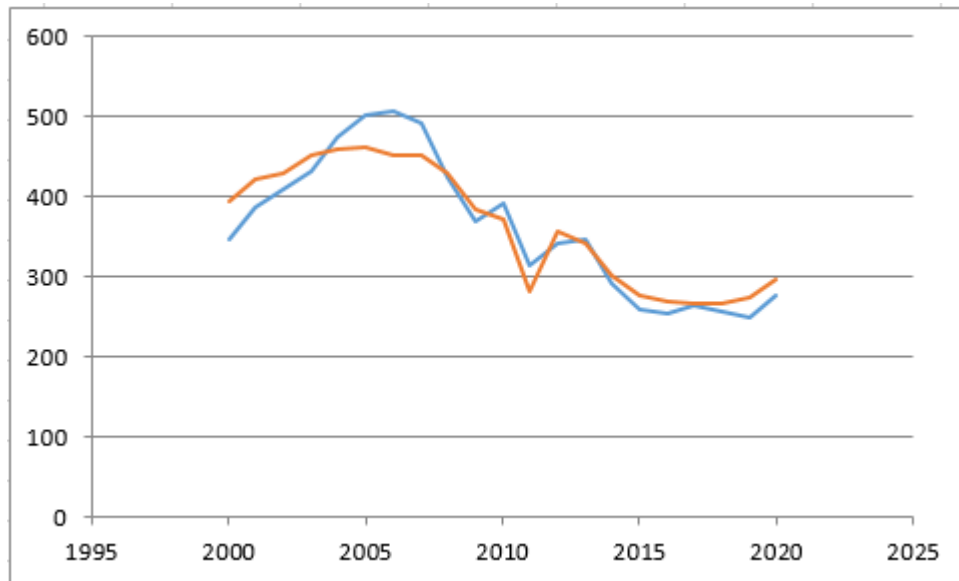


Рисунок 2.4 – Фактична і розрахована за моделлю (2.15) динаміка Y

Перевірка моделі (2.15) на гетероскедастичність автокореляцію залишків, показала відсутність у моделі гетероскедастичності та автокореляції залишків.

Аналіз моделі (2.15) показує, що при збільшенні на 1 тисячу загальної чисельності випускників 11-х класів загальноосвітніх середніх шкіл, які отримали атестат про повну загальну середню освіту, при незмінному значенні ВВП на душу населення, кількість абітурієнтів, які вступили до закладів вищої освіти, у середньому може збільшитись на 660 осіб.

Стандартизовані коефіцієнти регресії дорівнюють відповідно: $\beta_3 \approx 0,98$, $\beta_6 \approx 0,22$. Таким чином, кількість абітурієнтів, які вступили до закладів вищої освіти, визначається, перш за все, загальною чисельністю випускників 11-х класів загальноосвітніх середніх шкіл, які отримали атестат про загальну середню освіту.

ВИСНОВКИ

Вища освіта відіграє ключову роль у забезпеченні соціально-економічного та культурного розвитку суспільства. Система вищої освіти характеризується значною складністю процесів, що відбуваються в ній. Для моделювання ринку освіти загалом, та ринку вищої освіти зокрема, використовуються як традиційні економетричні методи, так і методи нелінійної динаміки, теорії катастроф тощо.

В роботі проведено аналіз існуючих підходів до моделювання попиту на ринку освітніх послуг. На базі офіційних статистичних даних 2000-2020 років побудовано лінійні економетричні моделі, які дозволяють з'ясувати вплив економічних, демографічних факторів, факторів стану ринку праці та факторів розвитку науки на попит на ринку вищої освіти України.

На базі аналізу отриманих економетричних моделей з'ясовано вплив економічних, демографічних факторів, факторів ринку праці та окремих наукових і технологічних факторів на ринок вищої освіти України.

Побудову та дослідження моделей проведено з використанням програмного забезпечення MS Excel.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Карпюк О. А. Теоретичні аспекти ринку освітніх послуг. *Наука й економіка*. 2011. № 2 (14). С. 297-299.
2. Антохов А. А. Ринок освітніх послуг у світлі класичного та новітніх підходів до дослідження. *Регіональна економіка*. 2011. №1. С. 251-259.
3. Моделирование систем и процессов: учебник для академического бакалавриата / В. Н. Волкова, В. Н. Козлов и др. Москва : Издательство Юрайт, 2014. 592 с.
4. Strategic Imperatives of Managing the Sustainable Innovative Development of the Market of Educational Services in the Higher Education System URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/24/7253/htm> (дата звернення: 12.05.2021).
5. Гава Ю. В. Освітні послуги в Україні. *Економіка: теорія і практика*. 2013. № 1. С. 86-93.
6. Перова О. А. Взаємодія ринків праці та освітніх послуг в Україні. 2012.
URL: http://www.rusnauka.com/22_NIOBG_2007/Economics/24903.doc.htm
(дата звернення: 10.05.2021).
7. Мусієнко О. Г. Сутність і визначення ринку освітніх послуг вищої освіти України. *Державно-управлінські студії*. 2017. № 2. URL: http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/deruprs_2017_2_12.pdf
(дата звернення: 19.05.2021).
8. Надь Н.М. Застосування багатofакторного регресійного аналізу у моделюванні економічних процесів URL: <http://surl.li/vqyc> (дата звертання 19.05.2021).

9. Державна служба зайнятості України. URL: <https://www.dcz.gov.ua/publikaciya/1-dani-shchodo-kilkosti-zareyestrovanyh-bezrobitnyh-ta-nadannya-yim-poslug-takozh> (дата звернення: 20.05.2021).
10. Кратт О.А. Ринок послуг вищої освіти: методологічні основи. Південний Схід: Донецьк. 2013. 359 с.
11. Кратт О.А. Сегментація ринку послуг вищої освіти: використання системного підходу. Південний Схід: Донецьк. 2015. 291 с.
12. Красовська, О.Ю. Розвиток світового ринку вищої освіти. Доктор філософії Дисертація, Дніпропетровський університет економічних наук. Дніпропетровськ. 2010.
13. Баша, І. М. Маркетингові дослідження на ринку освітніх послуг. Доктор філософії Дисертація, Київський національний університет економіки ім. В. Гетьмана. Київ. 2015.
14. Саричев В.І. Ринок освітніх послуг як чинник людського розвитку в Україні. *Економіка, фінанси, право*. 2015. №6. с. 27-31.
15. Bredyuk V., Joshi O. The econometric modeling of higher education system in the modern labor market. *International Journal of New Economics and Social Sciences*. 2017. №1(5). с. 1-17.
16. Gulicheva E., Osipova M. Program-target method of pricing for international educational services. *Univerzitetni servis s.r.o.*. 2017. № 6. p. 21-28.
17. Державна служба статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 20.05.2021).
18. Мхитарян В.С., Миронкина Ю.Н., Астафьева Е.В. Корреляционный и регрессионный анализ с использованием ппм microsoft excel. Учебное пособие. Москва: Издательство МЭСИ, 2011. 68 с.
19. Васильєва Н. К., Мироненко О. А., Самарець Н. М., Чорна Н. О. Економетрика в електронних таблицях : навч. посіб. / за заг. ред. Н. К. Васильєвої. Дніпро : Біла К. О., 2017. 149 с.
20. Офіційний сайт Міністерства освіти та науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua> (дата звернення: 23.05.2021).

21. Gryshova, I.; Nikoliuk, E.; Shestakovska, T. Conceptualization of the Organizational Management Mechanism of the Development of the National Education System in the Context of Its Quality. *Sci. Educ.* 2017. №10. с. 118–125.
22. W. Strielkowski, I. Gryshova. Strielkowski W. Academic Publishing and "Predatory" Journals / W. Strielkowski, I. Gryshova. *Наука та інновації*. 2018. Т. 14, № 1. с. 5-12. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/scinn_2018_14_1_2 (дата звернення: 23.05.2021).
23. B. Kofman, I. Kurovska, I. Yakaitis Sociological aspects of innovative development perspectives of higher education in Ukraine. *Наука і освіта*. 2018. №2. с. 118–124.
24. The Word Data Bank. URL: <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators> (дата звернення: 24.05.2021).
25. Lomonosov A., Lomonosova O., Nadtochii I. Socio-economic and institutional preconditions for the formation of the educational services market in higher education of ukraine. *Baltic Journal of Economic Studies*. № 5(2). 2019. с. 104-116. URL: <https://doi.org/10.30525/2256-0742/2019-5-2-104-116> (дата звернення: 24.05.2021).
26. Sergeieva L. Modern professional education and educational services market. *Fundamental and Applied Researches in Practice of Leading Scientific Schools*. № 28(4). 2018. с. 122-126. URL: <https://doi.org/https://doi.org/10.33531/farplss.2018.4.23> (дата звернення: 24.05.2021).
27. Дмитрів А.Я., Коцьо О.Я. Обґрунтування концептуальних положень стратегування маркетингової політики розвитку вищих навчальних закладів. *Глобальні та національні проблеми економіки*. № 8. 2015. с. 383-387. URL: <http://global-national.in.ua/archive/8-2015/80.pdf> (дата звернення: 24.05.2021).
28. Jeffrey M. Wooldridge *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. 4 issue. Cengage Learning: 2008. 896 p..

29. Лапшинов С.Б. Экономико-математические модели анализа и прогнозирования конъюнктуры регионального рынка платных услуг высшего образования: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13 / Ивановский государственный химико-технологический университет. Иваново, 2012. 188 с.

30. ДСТУ 3582-97. Видання. Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі [Чинний від 1997-07-04]. Вид. офіц. Київ, 1998. (Інформація та документація).

31. Карпюк, О. А., Мамонова, Г. В. Економіко-математичне моделювання розвитку ринку освітніх послуг регіону. *Проблеми теорії та методології бухгалтерського обліку, контролю і аналізу*. 2015. № 2(17), с. 136–141 . URL: [https://doi.org/10.26642/pbo-2010-2\(17\)-136-141](https://doi.org/10.26642/pbo-2010-2(17)-136-141)

32. Вербовська, Л. С., Кушлик О. Ю., Степанюк Г. С. Використання методики SWOT-аналізу при розробці стратегії інтернаціоналізації закладів вищої освіти. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. Серія: Економіка та управління в нафтовій і газовій промисловості. 2019. № 1. с. 142-154.

33. Гладченко М. М. SWOT-аналіз – складова частина стратегічного менеджменту вищих навчальних закладів країн ЄС. *Педагогічні науки*. № 103. 2013. с. 33-40.

34. Robert G.Dyson Strategic development and SWOT analysis at the University of Warwick. URL: [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00062-6](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00062-6) (дата звернення 25.05.2021).

35. Присвітла О. В. Домінанти розвитку вищої освіти в умовах глобального ринку освітніх послуг: дис. ... канд. экон. наук : 08.00.02 / Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара. Дніпро, 2016. 276 с.

36. OECD releases detailed study of global education trends for 2014. URL: <http://monitor.icef.com/2014/09/oecd-releases-detailed-study-global-education-trends-2014> (дата звернення 31.05.2021).

37. Prisvitla O. V. The Development of International Educational Environment Through the Mechanisms of International Strategic Partnership. *Ekonomisti : International Scientific-Analytical Journal Ivane Javakhishvili Tbilisi State University Paata Gugushvili Institute of Economics*. 2015. № 1. p. 60-66.

38. Gorina, A. P. Issues and perspectives of the educational service market modernization. *European Research Studies Journal*. 2016. № 19(3B). p. 227-238.

39. Ulewicz R., Sethanan K. Quality of educational services –industry 4.0 requirements. URL: <https://msie4.ait.ac.th/wp-content/uploads/sites/5/2019/04/Quality-of-educational-services-%E2%80%93-industry-4.0-requirements.pdf> (дата звернення 01.06.2021).

40. Orlova M.V., Silina S.A., Aleksandrova I.Yu. Digital Tools in the System of Communication with the Client in the Market of Educational Services. 2020. URL: <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200502.014> (дата звернення 31.05.2021).

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

SUMMARY

Nikonorova O. V. Economic and mathematical modeling of the market of educational services. Qualifying bachelor's thesis. Sumy State University, Sumy, 2021.

The peculiarities of modeling the market of educational services of Ukraine are investigated in the work. Linear econometric models are constructed on the basis of official statistical data of 2000-2020. The models allow to study the influence of economic, demographic factors, factors of the labor market, factors of science development on the market of higher education in Ukraine. Construction and research of models was carried out using MS Excel.

Keywords: market of educational services, correlation-regression model, institutions of higher education of Ukraine.

АНОТАЦІЯ

Ніконова О. В. Економіко-математичне моделювання ринку освітніх послуг. – Кваліфікаційна бакалаврська робота. Сумський державний університет, Суми, 2021.

У роботі досліджено особливості моделювання ринку освітніх послуг України. На базі офіційних статистичних даних 2000-2020 років побудовано лінійні економетричні моделі, які дозволяють з'ясувати вплив економічних, демографічних факторів, факторів стану ринку праці та факторів розвитку науки на попит на ринку вищої освіти України. Побудову та дослідження моделей проведено з використанням програмного забезпечення MS Excel.

Ключові слова: ринок освітніх послуг, кореляційно-регресійна модель, заклади вищої освіти України.

ДОДАТОК Б
(довідковий)

y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
346,4	89,40154168	29,3534	475	0,1	230	1,818	6,5	148,6	1,16	20,175	2,6558
387,1	97,62978674	29,2594	505	0,11	311	2,006	7	147,5	1,11	19,9715	2,455
408,6	10,27547068	29,1546	508	0,13	376	2,131	6,9	155,5	1,11	20,0912	2,1407
432,5	11,25327656	29,3145	526	0,12	462	2,353	7,2	162,8	1,24	20,1633	2,008
475,2	12,61590988	29,5146	519	0,13	590	2,658	6,8	148,2	1,19	20,2957	1,9067
503	12,99404656	29,6563	515	0,11	806	2,758	5,8	142,7	1,09	20,68	1,6008
507,7	13,96079296	29,8121	485	0,11	1041	2,983	7,2	137,9	0,98	20,7304	1,515
491,2	15,02090863	29,7998	467	0,1	1351	3,229	6,8	134,3	0,93	20,9047	1,4176
425,2	15,36699941	29,7385	427	0,13	1806	3,322	6,5	118,1	0,9	20,9723	1,4251
370,5	13,09904672	29,586	391	0,13	1906	2,844	7,2	114,8	0,95	20,1915	1,9588
392	13,60131559	29,3286	364	0,11	2250	2,965	7,4	111	0,9	19,1802	1,7139
314,5	14,34469575	29,0901	215	0,1	2648	3,138	6,6	96,7	0,79	19,2311	1,6619
341,3	14,37893391	28,8422	329	0,13	3041	3,153	7,2	92,2	0,8	19,2614	1,5898
348	14,37509504	28,6229	304	0,12	3282	3,16	7,2	91,2	0,8	19,3142	1,5104
291,6	13,43314806	28,3725	247	0,11	3480	3,123	6,3	79,1	0,69	18,0733	1,8476
259,9	12,12033177	26,6133	229	0,1	4195	2,828	5,7	73,4	0,64	16,4432	1,6547
253,2	12,39122938	26,3174	211	0,12	5183	2,903	5,4	68	0,7	16,2769	1,6782
264,4	12,69680151	25,982	203	0,13	7104	2,988	6	61,2	0,78	16,1564	1,698
256,8	13,12916551	25,6413	195	0,1	8865	3,106	5,9	55,5	0,8	16,3609	1,5786
250,055	13,55369592	25,2937	198	0,11	10497	3,224	6,2	51,3	0,65	16,5783	1,4877
277	14,28855278	24,9681	222	0,1	12569	3,388	6	52,4	0,68	15,458	1,548

Рисунок Б.1 – Інформаційна база дослідження

ДОДАТОК В
(довідковий)

Вывод итогов									
Регрессионная статистика									
Множественный коэффициент	0,991429889								
R-квадрат	0,982933225								
Нормированный коэффициент	0,962073832								
Стандартная ошибка	17,09140582								
Наблюдения	21								
Дисперсионный анализ									
	df	SS	MS	F	значимость F				
Регрессия	11	151415,6	13765,05	47,12185	1,38E-06				
Остаток	9	2629,045	292,1162						
Итого	20	154044,6							
Коэффициенты, стандартная ошибка, t-Значение, нижние 95%, верхние 95%, нижние 99%, верхние 99,0%									
Y-пересеч	-418,2854564	426,4212	-0,98092	0,352263	-1382,92	546,3464	-1804,08	967,5135	
x1	0,116942046	0,37608	0,31095	0,76292	-0,73381	0,967693	-1,10525	1,339139	
x2	40,70582857	30,02246	1,355846	0,208189	-27,2097	108,6214	-56,8622	138,2739	
x3	0,54249409	0,17821	3,044132	0,013924	0,139356	0,945633	-0,03666	1,121647	
x4	-387,7006264	537,3395	-0,72152	0,48891	-1603,25	827,8458	-2133,97	1358,564	
x5	0,005637217	0,009213	0,611849	0,555777	-0,0152	0,026479	-0,0243	0,035579	
x6	7,586433923	65,29067	0,116195	0,91005	-140,111	155,2842	-204,598	219,7704	
x7	-6,417068547	11,16223	-0,57489	0,57945	-31,6678	18,83364	-42,6925	29,85833	
x8	0,257251753	1,059267	0,242858	0,813559	-2,13898	2,653479	-3,18519	3,699694	
x9	102,1679287	81,72033	1,250214	0,24275	-82,6963	287,0322	-163,41	367,7456	
x10	-22,09080466	15,98246	-1,38219	0,200248	-58,2457	14,06404	-74,0312	29,84957	
x11	-128,0177576	64,58806	-1,98207	0,078797	-274,126	18,09058	-337,918	81,88281	

Рисунок В.1 – Застосування надбудови «Аналіз даних → Регресія»

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ В

ВЫВОД ИТОГОВ									
<i>Регрессионная статистика</i>									
Множественный коэффициент	0,98624								
R-квадрат	0,97267								
Нормированный коэффициент	0,92267								
Стандартная ошибка	62,9677								
Наблюдения	21								
<i>Дисперсионный анализ</i>									
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>				
Регрессия	1	2822440	2822440	711,8507745	1,6E-16				
Остаток	20	79298,6	3964,93						
Итого	21	2901738							
	<i>Коэффициент</i>	<i>Стандартная ошибка</i>	<i>t-статистика</i>	<i>P-Значение</i>	<i>нижние 95%</i>	<i>верхние 95%</i>	<i>нижние 99%</i>	<i>верхние 99,0%</i>	
Y-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	
x3	0,96299	0,03609	26,6805	4,14512E-17	0,8877	1,03828	0,86029	1,06569	

Рисунок В.2 – Результаты регрессионного анализа (модель (2.5))

ДОДАТОК Г
(довідковий)

<i>есссионная статистика</i>								
Множест	0,98253							
R-квадрат	0,96536							
Нормирс	0,93072							
Стандарт	23,0998							
Наблюде	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ачимость F</i>			
Регресси	10	148709	14870,9	27,8689	5,6E-06			
Остаток	10	5336,01	533,601					
Итого	20	154045						
<i>Коэффициентная статистика - Значения ниже 95%, верхние 95%, ниже 99%, верхние 99,0%</i>								
Y-пересе	-619,573	569,356	-1,0882	0,30204	-1888,18	649,033	-2424,02	1184,87
x1	0,65039	0,44974	1,44615	0,17874	-0,35169	1,65246	-0,77495	2,07573
x2	50,3483	40,3502	1,24778	0,24054	-39,5576	140,254	-77,5325	178,229
x4	451,741	623,312	0,72474	0,48522	-937,085	1840,57	-1523,71	2427,19
x5	0,0142	0,01186	1,19715	0,25886	-0,01223	0,04062	-0,02339	0,05178
x6	-4,86758	88,0699	-0,05527	0,95701	-201,099	191,364	-283,985	274,25
x7	-12,8846	14,8105	-0,86997	0,40472	-45,8844	20,1151	-59,823	34,0537
x8	2,70939	0,92969	2,9143	0,01545	0,63792	4,78087	-0,23704	5,65583
x9	91,8956	110,354	0,83273	0,42444	-153,99	337,781	-257,848	441,639
x10	-26,5355	21,5107	-1,23359	0,24556	-74,4643	21,3933	-94,7087	41,6378
x11	-186,957	83,2792	-2,24494	0,0486	-372,514	-1,39889	-450,891	76,978

Рисунок Г.1 – Результати регресійного аналізу (модель 2.6)

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ Г

Вывод итогов								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множест	0,98538							
R-квадрат	0,97097							
Нормирс	0,91681							
Стандарт	66,5884							
Наблюде	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регресси	2	2817492	1408746	317,713	9,1E-15			
Остаток	19	84246,3	4434,02					
Итого	21	2901738						
<i>Коэффициентная статистика - значения ниже 95%, верхние 95%, нижние 99%, средние 99,0%</i>								
Y-пересе	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
x8	2,64419	0,46227	5,72003	1,6E-05	1,67665	3,61173	1,32167	3,96671
x11	38,9382	29,1217	1,33708	0,19698	-22,0143	99,8906	-44,3771	122,253

Рисунок Г.2 – Результати регресійного аналізу моделі $y = f(x_8, x_{11}, e)$

ДОДАТОК Д
(довідковий)

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Корреляционная статистика</i>								
Множест	0,94975							
R-квадра	0,90203							
Нормиро	0,83671							
Стандарт	35,4642							
Наблюде	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регресси	8	138952	17369	13,8101	5,7E-05			
Остаток	12	15092,5	1257,71					
Итого	20	154045						
<i>Коэффициент корреляции</i>								
<i>Y-пересеч</i>	<i>73,9123</i>	<i>755,071</i>	<i>0,09789</i>	<i>0,92364</i>	<i>-1571,2</i>	<i>1719,07</i>	<i>-2232,5</i>	<i>2380,31</i>
<i>x1</i>	<i>-0,361</i>	<i>0,5737</i>	<i>-0,6293</i>	<i>0,54097</i>	<i>-1,611</i>	<i>0,88897</i>	<i>-2,1134</i>	<i>1,39138</i>
<i>x2</i>	<i>-27,834</i>	<i>40,1382</i>	<i>-0,6935</i>	<i>0,50122</i>	<i>-115,29</i>	<i>59,6195</i>	<i>-150,44</i>	<i>94,7696</i>
<i>x4</i>	<i>-1012,1</i>	<i>794,305</i>	<i>-1,2742</i>	<i>0,22672</i>	<i>-2742,7</i>	<i>718,542</i>	<i>-3438,3</i>	<i>1414,14</i>
<i>x5</i>	<i>-0,0109</i>	<i>0,01313</i>	<i>-0,8299</i>	<i>0,42278</i>	<i>-0,0395</i>	<i>0,01771</i>	<i>-0,051</i>	<i>0,02921</i>
<i>x6</i>	<i>110,173</i>	<i>63,6491</i>	<i>1,73094</i>	<i>0,10907</i>	<i>-28,507</i>	<i>248,852</i>	<i>-84,246</i>	<i>304,592</i>
<i>x7</i>	<i>-2,8079</i>	<i>22,2658</i>	<i>-0,1261</i>	<i>0,90173</i>	<i>-51,321</i>	<i>45,7051</i>	<i>-70,82</i>	<i>65,2038</i>
<i>x9</i>	<i>350,142</i>	<i>125,075</i>	<i>2,79946</i>	<i>0,01606</i>	<i>77,627</i>	<i>622,656</i>	<i>-31,904</i>	<i>732,188</i>
<i>x10</i>	<i>33,0657</i>	<i>23,4623</i>	<i>1,40931</i>	<i>0,18413</i>	<i>-18,054</i>	<i>84,1857</i>	<i>-38,601</i>	<i>104,732</i>

Рисунок Д.1 – Результати регресійного аналізу моделі (2.8)

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ Д

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множест	0,98814							
R-квадрат	0,97643							
Нормиро	0,92643							
Стандарт	58,4822							
Наблюд	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регресси	1	2833335	2833335	828,419	3,9E-17			
Остаток	20	68403,5	3420,17					
Итого	21	2901738						
<i>Коэффициент корреляции</i>								
Y-пересе	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
x9	399,953	13,8958	28,7823	9,4E-18	370,967	428,939	360,415	439,491

Рисунок Д.2 – Результати регресійного аналізу моделі (2.9)

ДОДАТОК Ж
(довідковий)

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Корреляционная статистика</i>								
Множественный коэффициент	0,915445							
R-квадрат	0,83804							
Нормированный коэффициент	0,750831							
Стандартная ошибка	43,80823							
Наблюдения	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регрессия	7	129095,6	18442,22	9,609526	0,000291			
Остаток	13	24949,09	1919,161					
Итого	20	154044,6						
<i>Коэффициент парной корреляции</i>								
<i>Значение t</i>	<i>Верхние 95%</i>	<i>нижние 95%</i>	<i>Верхние 99%</i>	<i>нижние 99%</i>	<i>Верхние 99,0%</i>			
Y-пересеч	-52,0003	931,0692	-0,05585	0,95631	-2063,45	1959,452	-2856,64	2752,637
x1	-1,04561	0,641073	-1,63103	0,12686	-2,43057	0,339342	-2,9767	0,885476
x2	-21,4362	49,50154	-0,43304	0,672083	-128,378	85,50535	-170,549	127,6761
x4	-821,464	977,5775	-0,84031	0,415925	-2933,39	1290,464	-3766,2	2123,269
x5	0,00137	0,015288	0,089616	0,929958	-0,03166	0,034399	-0,04468	0,047423
x6	-24,4633	51,50122	-0,475	0,642665	-135,725	86,79831	-179,599	130,6726
x7	-9,19451	27,35976	-0,33606	0,742188	-68,3017	49,91266	-91,6096	73,22063
x10	66,82428	24,86142	2,68787	0,01862	13,11445	120,5341	-8,06518	141,7137

Рис. Ж.1 – Результати регресійного аналізу моделі (2.10)

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ Ж

<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный коэффициент	0,988119							
R-квадрат	0,97638							
Нормированный R-квадрат	0,92638							
Стандартная ошибка	58,54043							
Наблюдения	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регрессия	1	2833199	2833199	826,733	3,99E-17			
Остаток	20	68539,63	3426,982					
Итого	21	2901738						
<i>Коэффициенты регрессии, статистика t-значения, доверительные интервалы 95%, нижние 95%, верхние 95%, доверительные интервалы 99,0%</i>								
У-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
x10	19,36365	0,673449	28,75297	9,63E-18	17,95886	20,76844	17,44746	21,27984

Рисунок Ж.2 – Результати регресійного аналізу моделі (2.11)

ДОДАТОК К
(довідковий)

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Дисперсионная статистика</i>								
Множест	0,86489							
R-квадра	0,74803							
Нормиро	0,64005							
Стандарт	52,6541							
Наблюде	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регрессии	6	115230	19205	6,9271	0,00141			
Остаток	14	38814,3	2772,45					
Итого	20	154045						
<i>Коэффициент</i>								
<i>Y-пересе</i>	<i>-1795,13</i>	<i>802,967</i>	<i>-2,23562</i>	<i>0,04218</i>	<i>-3517,32</i>	<i>-72,9377</i>	<i>-4185,44</i>	<i>595,176</i>
<i>x1</i>	<i>-1,12055</i>	<i>0,76979</i>	<i>-1,45566</i>	<i>0,16754</i>	<i>-2,77159</i>	<i>0,53049</i>	<i>-3,4121</i>	<i>1,171</i>
<i>x2</i>	<i>89,1022</i>	<i>33,116</i>	<i>2,69061</i>	<i>0,01758</i>	<i>18,0754</i>	<i>160,129</i>	<i>-9,47895</i>	<i>187,683</i>
<i>x4</i>	<i>-292,49</i>	<i>1150,92</i>	<i>-0,25414</i>	<i>0,80308</i>	<i>-2760,96</i>	<i>2175,98</i>	<i>-3718,59</i>	<i>3133,61</i>
<i>x5</i>	<i>0,02174</i>	<i>0,01596</i>	<i>1,36263</i>	<i>0,19452</i>	<i>-0,01248</i>	<i>0,05597</i>	<i>-0,02576</i>	<i>0,06925</i>
<i>x6</i>	<i>-73,5373</i>	<i>57,8802</i>	<i>-1,27051</i>	<i>0,22461</i>	<i>-197,678</i>	<i>50,6035</i>	<i>-245,838</i>	<i>98,7631</i>
<i>x7</i>	<i>-26,1878</i>	<i>31,9943</i>	<i>-0,81851</i>	<i>0,42678</i>	<i>-94,8088</i>	<i>42,4332</i>	<i>-121,43</i>	<i>69,0542</i>

Рис. К.1 – Результати регресійного аналізу моделі (2.12)

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ К

ВЫВОД ИТОГОВ								
<i>Регрессионная статистика</i>								
Множест	0,82813							
R-квадра	0,6858							
Нормиро	0,66926							
Стандарт	50,4721							
Наблюде	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ачимость F</i>			
Регресси	1	105643	105643	41,4705	3,6E-06			
Остаток	19	48401,3	2547,44					
Итого	20	154045						
<i>Кoeffициентная статистика - Значения</i>								
	<i>нижние 95%</i>	<i>верхние 95%</i>	<i>нижние 99%</i>	<i>верхние 99,0%</i>				
Y-пересе	-858,623	189,821	-4,52332	0,00023	-1255,92	-461,322	-1401,69	-315,556
x2	43,1245	6,69661	6,43976	3,6E-06	29,1084	57,1407	23,966	62,2831

Рисунок К.2 – Результати регресійного аналізу моделі (2.13)

ДОДАТОК Л
(довідковий)

	y	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11
y	1											
x1	0,026197422	1										
x2	0,828128648	0,20288	1									
x3	0,897356685	0,32664	0,80931	1								
x4	0,190110229	-0,26021	0,23941	0,24232	1							
x5	-0,734634104	-0,28799	-0,9352	-0,80405	-0,25917	1						
x6	-0,236154478	-0,68305	-0,35782	-0,60231	-0,0611	0,56578	1					
x7	0,539187491	0,11808	0,68698	0,54325	0,30866	-0,54723	-0,19127	1				
x8	0,853464592	0,35029	0,86395	0,96857	0,19743	-0,88621	-0,66945	0,5682	1			
x9	0,754155844	0,39224	0,70574	0,92265	0,24099	-0,74239	-0,73672	0,48851	0,9348	1		
x10	0,882825511	0,21717	0,9693	0,8707	0,24849	-0,88198	-0,35796	0,67633	0,89255	0,7620758	1	
x11	0,053645375	0,77079	0,29298	0,44308	0,03014	-0,45042	-0,9234	0,21148	0,52258	0,6055321	0,26062	1

Рисунок Л.1 – Результат побудови кореляційної матриці (модель (2.4))

ВЫВОД ИТОГОВ									
<i>Регрессионная статистика</i>									
Множест	0,997496								
R-квадрат	0,994999								
Нормиро	0,942104								
Стандарт	27,63749								
Наблюде	21								
<i>Дисперсионный анализ</i>									
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>ачимость F</i>				
Регрессия	2	2887226	1443613	1889,964	1,21E-21				
Остаток	19	14512,79	763,831						
Итого	21	2901738							
<i>Коэффициентная статистика - Значения ниже 95% верхние 95% нижние 99,0% средние 99,0%</i>									
Y-пересеч	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
x3	0,657515	0,036758	17,88771	2,4E-13	0,580579	0,73445	0,552353	0,762676	
x6	44,55277	4,837637	9,209614	1,95E-08	34,42748	54,67806	30,7126	58,39293	

Рисунок Л.2 – Результати регресійного аналізу моделі (2.14)

ПРОДОВЖЕННЯ ДОДАТКУ Л

<i>Регрессионная статистика</i>								
Множественный коэффициент	0,997496							
R-квадрат	0,994999							
Нормированный коэффициент	0,942104							
Стандартная ошибка	27,63749							
Наблюдения	21							
<i>Дисперсионный анализ</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>значимость F</i>			
Регрессия	2	2887226	1443613	1889,964	1,21E-21			
Остаток	19	14512,79	763,831					
Итого	21	2901738						
<i>Коэффициенты регрессии - Значения ниже 95%, верхние 95%, нижние 99%, верхние 99,0%</i>								
Y-пересечение	0	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д	#Н/Д
x3	0,657515	0,036758	17,88771	2,4E-13	0,580579	0,73445	0,552353	0,762676
x6	44,55277	4,837637	9,209614	1,95E-08	34,42748	54,67806	30,7126	58,39293

Рисунок Л.3 – Результати регресійного аналізу моделі (2.15)