

Н. В. Астрейко, М. И. Петухов,
студенты II курса Института бизнеса БГУ
Научный руководитель:
старший преподаватель
Е. А. Чудинова

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАТРАТ НА ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Исследование государственных затрат и их корреляции с количеством студентов, преподавателей, магистрантов, УВО, для общественного понимания системы образования, потому что за последние годы мы можем наблюдать снижающийся тренд на получение высшего образования.

Цель работы: построение модели затрат государства (Республика Беларусь) в зависимости от количества студентов УВО (Учреждения высшего образования) и преподавателей УВО.

Задачи:

1. Исследование текущей системы финансирования образования в Республике Беларусь, в частности, высших учебных заведений (УВО).
2. Сбор и обработка статистических данных о затратах государства на образование, количестве студентов и преподавателей в УВО.
3. Математическое моделирование зависимости затрат государства на образование от количества студентов и преподавателей в УВО.
4. Публикация результатов исследования и презентация разработанной модели затрат государства на образование в зависимости от количества студентов и преподавателей в УВО.

В качестве исходных данных были выбраны годовые данные с 2013 по 2023 гг. включительно.

- Затраты государства на высшее образование (млрд р.) – expenses (эндогенная переменная).
- Количество учреждений высшего образования (ед.) – inst.
- Количество студентов (тыс.) – stud.
- Количество магистрантов (тыс.) – masters.
- Количество преподавателей (тыс.) – teachers.

Данные для исследования:

year	inst	students	masters	teachers	Expenses
2013	55	445,6	11,3	24,6	352,5
2014	54	428,4	11,9	23,9	424,4
2015	54	395,3	10,8	23,3	464,6
2016	52	336,4	10,2	22	510
2017	51	313,2	11,8	21,6	530
2018	51	284,3	14,9	20,9	585
2019	51	268,1	14,7	20,3	711
2020	51	260,9	11,9	19,9	732
2021	50	254,4	9	19,7	763
2022	50	243,3	12,3	19,4	776
2023	50	228,8	10,6	19	791

С помощью открытых источников статистических данных был найден и аккумулирован следующий набор данных [1–3].

Затем был использован прикладной программный пакет для эконометрического анализа – Gretl – и внесены все данные (рис. 1).

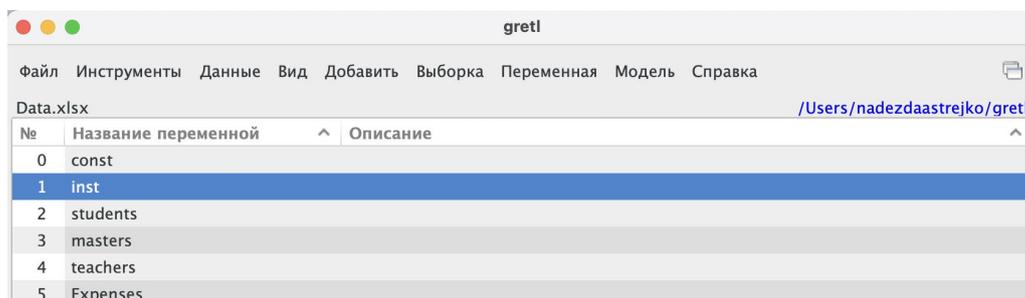


Рис. 1. Переменные в Gretl

Далее с помощью программы, построена регрессионная модель (рис. 2):

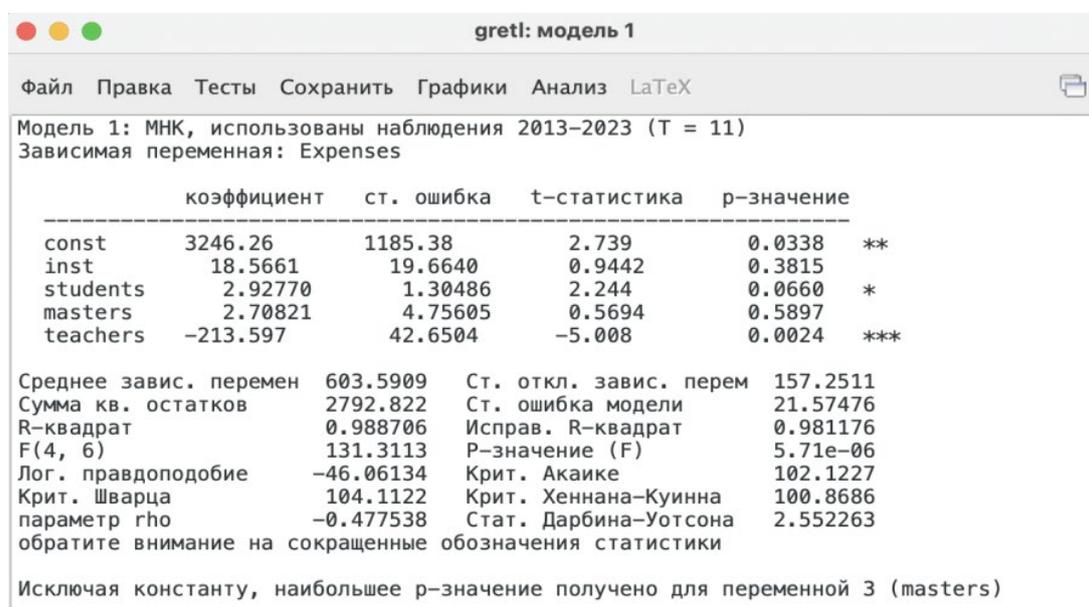


Рис. 2. Регрессионная модель

Исходя из построенной модели и показателей:

- Значение коэффициента детерминации равно 0,988706, что больше, чем 0,75, значит, что модель качественная.
- Коэффициент Фишера равен 131,3113, что критически превышает значения 0,5; 0,1; 0,01

Нулевая гипотеза не может быть принята. С помощью модели можно видеть, что значимыми переменными являются количество преподавателей (teachers) и количество (students). Поэтому принято решение использовать инструмент программы Gretl – построение модели с применением теста Вальда. Таким образом, должны получить значимую и адекватную модель. То есть уберем из модели все переменные, которые не коррелируются с затратами государства на образование.

Затем с помощью теста Вальда отсеиваются незначимые переменные (рис. 3).

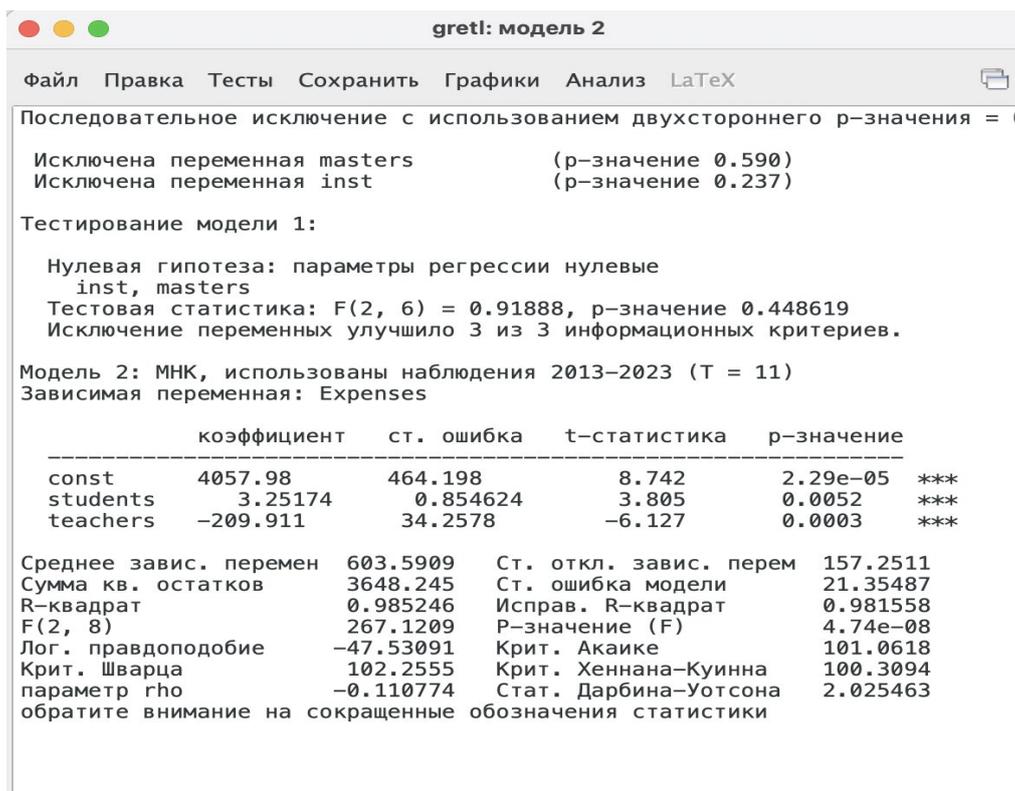


Рис. 3. Модель с помощью теста Вальда

Однако, при проверке, модели на мультиколлинеарность получаем некорректные значения. Это значит, что между переменными количество студентов и количество преподавателей существует линейная зависимость.

Значение 94,710, что больше 10. Соответственно мультиколлинеарность существует (рис. 4).

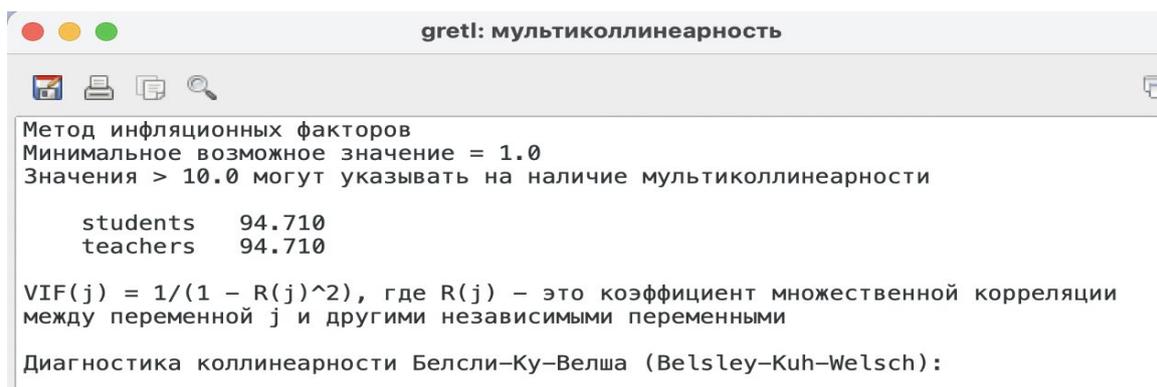


Рис. 4. Тест на мультиколлинеарность

Принимаем решение построить модель с одной, более значимой, переменной teachers с поправкой на гетероскедастичность (рис. 5):

gretl: модель 5

Файл Правка Тесты Сохранить Графики Анализ LaTeX

Модель 5: С поправкой на гетероскедастичность, использованы наблюдения 2013–2023
 Зависимая переменная: Expenses
 Без квадратов в уравнении дисперсии

	коэффициент	ст. ошибка	t-статистика	p-значение	
const	2440.80	134.620	18.13	2.15e-08	***
teachers	-86.3029	6.61425	-13.05	3.76e-07	***

Статистика, полученная по взвешенным данным:

Сумма кв. остатков	29.69274	Ст. ошибка модели	1.816368
R-квадрат	0.949791	Исправ. R-квадрат	0.944212
F(1, 9)	170.2507	P-значение (F)	3.76e-07
Лог. правдоподобие	-21.06986	Крит. Акаике	46.13973
Крит. Шварца	46.93552	Крит. Хеннана-Куинна	45.63809
параметр rho	0.462194	Стат. Дарбина-Уотсона	0.971965

Статистика, полученная по исходным данным:

Среднее завис. перемен	603.5909	Ст. откл. завис. перемен	157.2511
Сумма кв. остатков	11723.53	Ст. ошибка модели	36.09176

обратите внимание на сокращенные обозначения статистики

Рис. 5. Итоговая регрессионная модель

Построение модели с одним регрессором поможет избежать мультиколлинеарности и гетероскедастичности. Регрессионная модель адекватна и значима.

Полученное уравнение регрессии:

$$\text{expenses} = 2440,8 - 86,3 * \text{teachers}$$

Проверим модель с помощью некоторых тестов.

Значение MAPE находится в пределах 10. Это говорит нам о качестве построенной модели (рис. 6).

gretl: показать данные

Диапазон, используемый для оценки модели: 2013 – 2023
 Стандартная ошибка регрессии = 36.0918

	Expenses	расчетные	остатки
2013	352.5	317.8	34.7
2014	424.4	378.2	46.2
2015	464.6	429.9	34.7
2016	510.0	542.1	-32.1
2017	530.0	576.7	-46.7
2018	585.0	637.1	-52.1
2019	711.0	688.9	22.1
2020	732.0	723.4	8.6
2021	763.0	740.6	22.4
2022	776.0	766.5	9.5
2023	791.0	801.0	-10.0

Статистика для оценки прогноза использовано наблюдений – 11

Средняя ошибка (ME)	3.3939
Корень из средней квадратичной ошибки (RMSE)	32.646
Средняя абсолютная ошибка (MAE)	29.015
Средняя процентная ошибка (MPE)	1.0345
Средняя абсолютная процентная ошибка (MAPE)	5.6303
U-статистика Тейла (Theil's U)	0.63669

Рис. 6. Тест на среднюю ошибку

Проверка модели на распределение остатков.

Относительно нормальное распределение остатков (рис. 7), несмотря на то что они не совсем соответствуют кривой распределения (рис. 8), тест показывает нормальность распределения.

Нормальное распределение остатков:

Тест на нормальное распределение ошибок –
Нулевая гипотеза: ошибки распределены по нормальному закону
Тестовая статистика: Хи-квадрат(2) = 2.34983
р-значение = 0.308846

Рис. 7. Тест на нормальное распределение

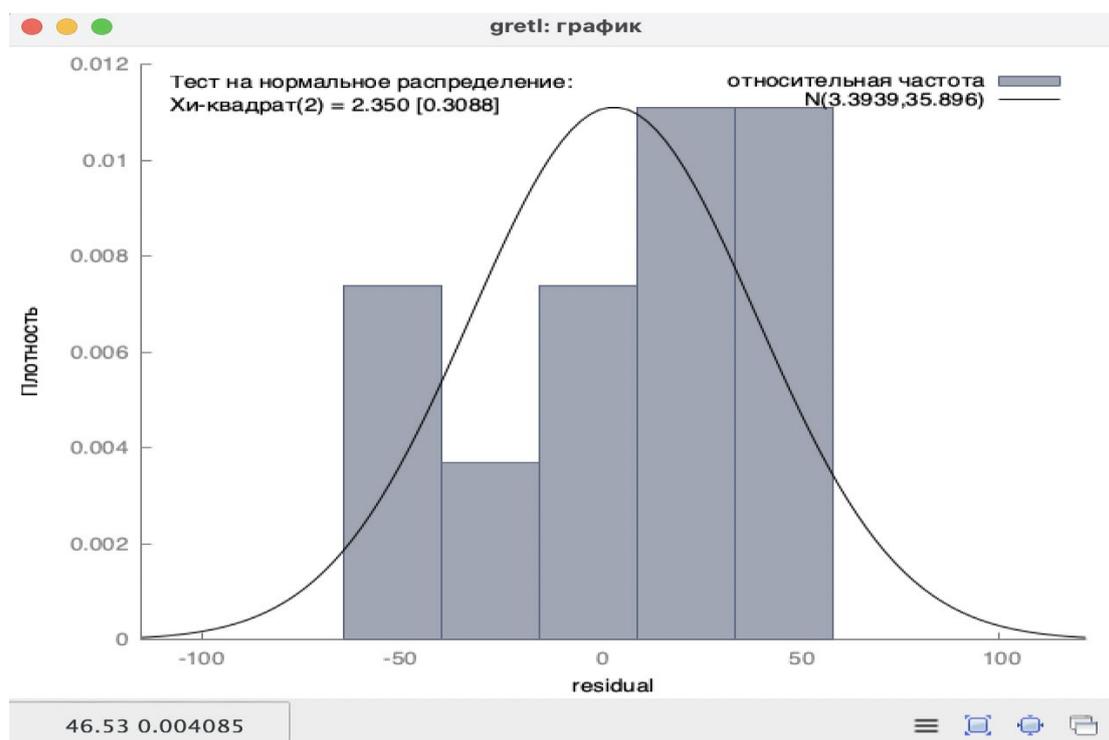


Рис. 8. График распределения

После изучения всех вводных данных и результатов исследования регрессионной модели затрат белорусского государства, даже учитывая инфляцию как экономический фактор, имеется тенденция увеличения ежегодных бюджетных затрат на высшее образование, однако количество преподавателей, как и студентов снижается с каждым годом. Это можно видеть по обратной пропорциональности экзогенных к эндогенным переменным. Таким образом, можно предполагать, что улучшается качество обучения, качество проживания студентов в общежитиях.

Список использованных источников:

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/obrazovanie/godovye-dannye_5/osnovnye-pokazateli-obrazovaniya/. – Дата доступа: 24.04.2024.

2. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. Образование в Республике Беларусь. – Режим доступа: <https://www.belstat.gov.by/upload/iblock/02f/02f0dcce5ea8e20041bca7728366684c.pdf>. – Дата доступа: 24.04.2024.

3. Система образования Республики Беларусь в цифрах [Электронный ресурс] / Министерство образования Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://edu.gov.by/statistics/%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%20%D0%A0%D0%B5%D1%81%D0%BF%D1%83%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D0%BA%D0%B8%20%D0%91%D0%B5%D0%BB%D0%B0%D1%80%D1%83%D1%81%D1%8C%20%D0%B2%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%B0%D1%85%202021-2022.pdf>. – Дата доступа: 24.04.2024.

6. Хацкевич, Г. А. Эконометрика: учебник / Г. А. Хацкевич, Т. В. Русилко. – Минск : РИВШ, 2021. – 452 с.

7. Проневич, А. Ф. Научно-технический прогресс и нейтральность по Хиксу, Харроду и Солоу: генезис, применение и обобщения / А. Ф. Проневич, Г. А. Хацкевич / Белорусский экономический журнал. – 2020. – № 3. – С. 87–105.