



## **Есть ли различия в зарплате инженеров и экономистов?: Введение в эконометрический анализ**

Котырло Елена Станиславовна

доктор экономических наук, Doctor of Philosophy in Economics,  
профессор департамента прикладной экономики, НИУ "Высшая школа  
экономики"

Москва 2022

## Цель лекции

На лекции мы познакомимся с тем, как проводится эконометрическое исследование на примере исследования из статьи Е.Я. Варшавской и Е.С. Котырло (2019).

Источник: Варшавская, Е. Я., & Котырло, Е. С. (2019). Выпускники инженерно-технических и экономических специальностей: между спросом и предложением. *Вопросы образования*, (2), 98-128.

Варшавская, Е. Я., д.э.н., профессор департамента организационного поведения и УЧР Высшей школы бизнеса, НИУ «Высшая школа экономики»

Мы обсудим кем и как собираются данные, как они используются для ответа на поставленный вопрос. Мы подискутируем о том, как выпускники школ делают выбор профессии, что на этот выбор влияет. На примере этой задачи, простой в понимании и актуальной для будущих выпускников школ, будет представлена эконометрическая модель. Затем мы обсудим, что показывают результаты и в какой степени им можно доверять. Также мы обсудим практическое применение полученных результатов.

## Эконометрика как наука

В наши дни эконометрика – это один из основных инструментов для установления того, в какой мере теоретические представления соответствуют реальности.

Эконометрика широко используется демографами, социологами, биологами, политологами, медиками и исследователями других областей знаний.

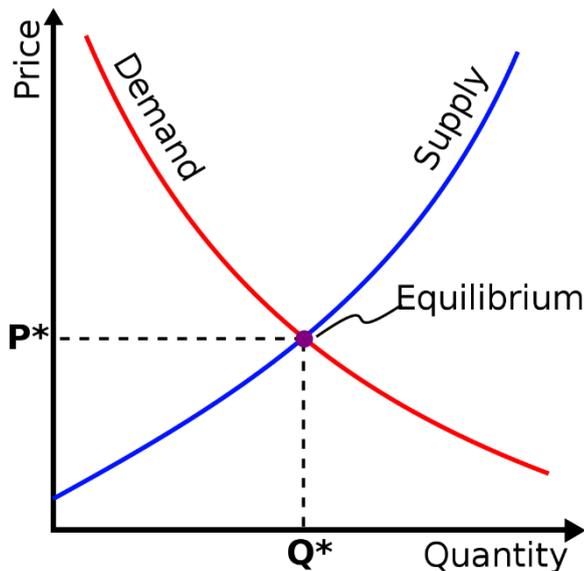
Для экономистов эконометрика, имевшая первоначальное значение как «измерения в экономике», является одним из трех китов, на которых основана экономика как наука.

Два других кита – это макро- и микроэкономика.

## Пример эконометрического исследования: различия в зарплате инженеров и экономистов

Чтобы провести эконометрическое исследование необходимо разобраться с **экономической теорией** вопроса.

### 1. Закон спроса и предложения



Если цена (уровень зарплаты) ниже рыночной, то спрос превышает предложение.

<https://ru.wikipedia.org/wiki>

## 2. Теория человеческого капитала

Из теории человеческого капитала Гэри Беккера мы знаем, что выбор профессии, как и любой другой выбор, **максимизирует функцию полезности** (utility function).

Иными словами, выпускники школ выбирают наилучший с их точки зрения вариант (и родители тоже помогают его выбрать).

## 2. Теория человеческого капитала (продолжение)

**Наилучшим** выбор может быть с разных точек зрения:

- получать в будущем хорошую зарплату (очень-очень хорошая зарплата связана с исключительными качествами или с вредными условиями работы);
- работать в родном городе или, наоборот, уехать в далекие страны;
- найти спутника жизни и создать семью;
- получить образование как у родителей, дедушки, медиа-кумира...;
- познакомиться с замечательными людьми и рассчитывать в течение дальнейшей жизни на их поддержку...

Аля из команды КВН «Имени меня» закончила Сибирский государственный университет путей сообщения (СГУПС)

Писательница Татьяна Устинова училась на факультете аэромеханики и летательной техники Московского физико-технического института (МФТИ)

Следовательно, **зарплата – не главное в выборе профессии** и различия в уровнях зарплаты по профессиям возможны и при равновесии на рынке труда.

## Является ли зарплата инженеров и экономистов рыночной?

**Экономическая теория** объясняет это по-разному:

**3. Теория динамического дефицита** Arrow и Capron (1959) считает зарплату неравновесной из-за

- быстрого роста рабочих мест по определенным специальностям;
- временных затрат, которые требуются на подготовку кадров;
- временных затрат, которые требуются на установку нового уровня зарплат;
- особенностей функционирования социально-экономических институтов.

## Является ли зарплата инженеров и экономистов рыночной?

4. Согласно **модели социального спроса** Blank и Stigler (1957) зарплата может быть неравновесной, если **объемы подготовки кадров в стране планируются, исходя из** социальных, политических, идеологических и других **неэкономических целей** или критериев.

В этом случае при некотором сложившемся **рыночном уровне заработной платы** спрос на работников определенной профессии и/или квалификации может превышать их предложение (или наоборот).

## Является ли зарплата инженеров и экономистов рыночной?

5. Meager (1986) считает, что «во многих случаях так называемый дефицит не является реальным дефицитом, поскольку возникает от того, что **работодатель не может заплатить сложившуюся ставку заработной платы** за определенный навык».

Уровень зарплат инженеров складывается в немалой степени благодаря спросу на них со стороны государственных предприятий и предприятий, где государство имеет долю в собственности.

Следовательно, этот уровень **необязательно отражает равновесие** между спросом на инженеров и их предложением на рынке труда.

То же можно сказать и об экономистах.

## Запрос со стороны формирования политики образования

Дефицит инженеров и избыток экономистов?

*"Хватит готовить юристов и экономистов, нам их уже достаточно.  
...Нужно сделать акцент на инженерном образовании, на качественном медицинском образовании, качественном педагогическом образовании"*.

Из выступления Д.А. Медведева на совместном заседании попечительских советов Южного и Сибирского федеральных университетов 5 июня 2015 г.

*Обнаружено, что «в течение последних четырех лет отмечается рост потребности в выпускниках естественно-научных, инженерно-технических, педагогических и медицинских направлений подготовки и специальностей».*

Из доклада Правительства РФ Федеральному Собранию Российской Федерации о реализации государственной политики в сфере образования в 2017 г. (с.74)

## Что отвечает экономическая теория?

Мы можем ожидать, что наблюдаемый «дефицит инженеров» может наблюдаться в отдельном городе или в отдельные периоды.

Можно ожидать, что существует «премия» на навыки экономистов в сравнении с навыками инженеров.

Тогда при прочих равных вчерашние школьники предпочтут учиться на экономиста.

Можно также предположить, что и при равных зарплатах профессия экономиста привлекательна, потому что спрос на инженеров специфичен – специалист в авиатехник мало полезен в ремонте оборудования, производящего удобрения для сельского хозяйства. Тогда как экономист может работать в обеих отраслях.

Инженеру труднее найти работу по специальности, если предприятие сокращает численность занятых.

## Что говорят данные? Подготовка к эконометрическому исследованию

Для ответа на поставленный вопрос различаются ли зарплаты инженеров и экономистов нужны данные.

Данные собирают **статистические службы** и социологические компании.

Сначала составляется **анкета**. Этим занимаются **социологи**, которые знают, как правильно задать вопрос, что респондент не лукавил.

Затем планируется выборка. Кого включить в число участников опроса решают **статистики**. Требуется обеспечить **репрезентативность** выборки. Это означает, что по небольшому числу интервьюируемых результаты должны достоверно характеризовать всех остальных, не вошедших в выборку, которых данное обследование касается. Например, всех выпускников вузов.

Интервью проводят социологи. Затем данные собираются в большие массивы – многочисленные таблицы, по которым можно проводить статистический и эконометрический анализ.

## Различаются ли экономисты и инженеры по зарплате? Данные

В нашем анализе мы использовали «Данные федерального наблюдения трудоустройства выпускников, получивших среднее профессиональное и высшее образование».

Опрос проводился Федеральной службой государственной статистики (Росстат) в апреле – сентябре 2016 г.

В опрос вошли выпускники 2010–2015 гг. (36 тысяч выпускников учреждений профессионального образования, в том числе 20,6 тысяч выпускников вузов)

## Различия в зарплате инженеров и экономистов. Работа с данными

Мы отобрали из опроса ответы для выпускников с высшим образованием

1)экономического (**7040** чел.) профиля – «**Экономика и управление**»  
(экономика; менеджмент; ГМУ; бизнес-информатика и т.п.)

2)инженерно-технического (**4489** чел.) профиля – «**Техника и технология**»  
(геодезия и землеустройство; энергетика, энергетическое машиностроение и электротехника; металлургия, машиностроение и металлообработка; авиационная и ракетно-космич. техника; морская техника; транспортные средства; приборостроение; электронная техника, радиотехника и связь; автоматика и управление; информатика и ВТ; технологии потреб. товаров; строительство и архитектура; химич. технологии и биотехнологии; геология, разведка и разработка полез. ископаемых)

Всего 11529 чел.

## Первое знакомство с недавними выпускниками по данным опроса. Описательная статистика

|   | Экономика и управление |             |             | Техника и технологии |             |             |
|---|------------------------|-------------|-------------|----------------------|-------------|-------------|
|   | Все                    | Мужч        | Женщ        | Все                  | Мужч        | Женщ        |
| <b>Связь работы с полученной специальностью</b> |                        |             |             |                      |             |             |
| Связана (да, скорее да), %                      | <b>62,6</b>            | <b>52,0</b> | 65,9        | <b>67,0</b>          | <b>68,4</b> | 62,9        |
| Не связана (нет, скорее нет), %                 | <b>37,4</b>            | <b>48,0</b> | 34,1        | <b>33,0</b>          | <b>31,6</b> | <b>37,1</b> |
| <b>Зарботная плата</b>                          |                        |             |             |                      |             |             |
| Средняя, тыс. руб.                              | <b>22,9</b>            | <b>26,5</b> | <b>21,9</b> | <b>28,5</b>          | <b>30,0</b> | <b>23,3</b> |
| Медиана, тыс. руб.                              | <b>20,0</b>            | <b>25,0</b> | 20,0        | <b>25,0</b>          | <b>28,0</b> | 20,0        |

## Первое знакомство с выпускниками по данным опроса. Описательная статистика (%)

|                                   | Экономика и управление | Техника и технологии |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|
| Мужчины                           | 23,3                   | 74,2                 |
| Состоят в браке                   | 52,8                   | 45,9                 |
| Городское поселение               | 75,4                   | 77,7                 |
| Форма обучения: очная             | 55,8                   | 69,9                 |
| Форма обучения: очно-заочная      | 10,3                   | 8,5                  |
| Форма обучения: заочная           | 33,8                   | 21,5                 |
| Финансирование обучения: бюджет   | 29,6                   | 54,1                 |
| Финансирование обучения: контракт | 70,4                   | 45,9                 |
| Вуз: государственный              | 89,5                   | 95,7                 |
| Работали во время обучения        | 51,8                   | 48,3                 |

## Первое знакомство с выпускниками по данным опроса. Описательная статистика

Мы видим, что выпускники инженерных и экономических специальностей разные.

Если есть различия в зарплате, то они могут объясняться тем, что существуют:

- гендерные различия;
- различия в зарплатах выпускников очной и заочной формы обучения;
- обучающихся по контракту и на бюджетных местах;
- работающих по специальности и нет;
- ...

Как это учесть? **Построим модель множественной регрессии**

Регрессионный анализ – основной инструмент эконометрики.

## Уравнение зарплаты: модель множественной регрессии

Гэри Беккер в 1969 г., а затем Минцер (1974), Полачек (1974) и др. экономисты используют уравнение, которое связывает зарплату и характеристики работника, главными из которых являются образование и стаж работы.

$$\log(wage) = \alpha + \beta Engineer + Z\gamma + \varepsilon$$

Эта модель – краткая запись, в которой логарифм зарплаты является линейной функцией бинарной переменной *Engineer* (1 – инженер, 0 – экономист), а также характеристик **Z** выпускника:

(возраст, пол, состояние в браке, стаж работы, обучался очно/заочно, на платной основе или нет), рабочего места (отрасль) и локального рынка труда (уровень безработицы и общее количество рабочих мест в городе).

Логарифм зарплаты удобен, потому что  **$\beta$  можно интерпретировать как различие в зарплате между инженерами и экономистами в процентах.**

## Неизвестные в уравнении

$$\log(wage) = \alpha + \beta Engineer + Z\gamma + \varepsilon$$

Мы можем записать это уравнение для каждого выпускника вуза в отдельности.

Для всех уравнений параметры модели  $\alpha$ ,  $\beta$  и вектор  $\gamma$  – общие, но неизвестные.

Мы знаем, что провести прямую можно через две точки. А через три – не всегда.

Как же провести прямую через тысячи точек?

Нам нужна не прямая, а линейная функция. Как найти подходящие  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ ?

## Ошибка регрессии

$$\log(wage) = \alpha + \beta Engineer + Z\gamma + \varepsilon$$

Чтобы достичь равенства между левой и правой частью добавим **ошибку регрессии**  $\varepsilon$ .

**Ошибка регрессии** – это то, что не удалось объяснить для конкретного индивида его характеристиками и другими факторами, включенными в модель.

Договоримся, что эта ошибка регрессии  $\varepsilon$  мала в среднем, хотя может быть довольно большой для кого-то в отдельности.

Если  $\varepsilon > 0$ , это означает, что зарплата выпускника больше, чем предсказывает модель, исходя из характеристик выпускника.

Наоборот, если  $\varepsilon < 0$ , по какой-то причине (ненаблюдаемой или невключенной в модель), выпускник получает зарплату меньше, чем мог бы.

## Метод наименьших квадратов

$$\log(\text{wage}) = \alpha + \beta \text{Engineer} + Z\gamma + \varepsilon$$

Пока наше уравнение существует лишь в теории (для всех возможных выпускников 2010 – 2015 гг., то есть генеральной совокупности).

Теперь перейдем к практике, где имеется только выборка из 11529 выпускников.

Для наших конкретных выпускников мы сможем найти не теоретические  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$ , а их **оценки по имеющейся выборке**  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$ , и  $\hat{\gamma}$ .

Мы уже знаем, что такое ошибка регрессии  $\varepsilon$ . В выборке будем использовать ее аналог – **остаток в уравнении регрессии**  $e$ .

По-прежнему, для каждого выпускника – свой остаток.

## Метод наименьших квадратов

Чтобы оценить неизвестные параметры  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  составим из всех 11529 уравнений **сумму квадратов остатков регрессионной модели** и постараемся найти такие параметры, чтобы она была минимальной.

$$S(\alpha, \beta, \gamma) = \sum_{i=1}^{11529} e_i^2 = \sum_{i=1}^{11529} (\log(\text{wage}_i) - \alpha - \beta \text{Engineer}_i - Z_i' \gamma)^2 \rightarrow \min$$

Решение этой задачи на поиск минимального значения даст ответ о **наиболее подходящих параметрах**  $\hat{\alpha}$ ,  $\hat{\beta}$ , и  $\hat{\gamma}$ .

Эту сложную задачу выполняют **пакеты статистических программ**.

## Результаты регрессионного анализа

Значения параметра при бинарной переменной инженер/экономист и временные эффекты

| Зависимая переменная            | Включены характеристики и локального рынка труда | Добавлены индивидуальные характеристики | Добавлены характеристик и человеческого капитала | Добавлены характеристик и места работы | Добавлены характеристик и локального рынка труда |
|---------------------------------|--|---|--|--|--|
|                                 | (1)  | (2)                                     | (3)  | (4)                                    | (5)  |
| <b>Различия в лог-зарплатах</b> | <b>0.279***</b><br>(0.0324)                      | <b>-0.00213</b><br>(0.142)              | <b>-0.0443</b><br>(0.163)                        | <b>-0.139</b><br>(0.212)               | <b>-0.0936</b><br>(0.216)                        |

*Примечания:* Приведена только оценка  $\beta$ , остальные параметры опущены. В скобках указаны стандартные отклонения коэффициентов. \*\*\* – уровень значимости 1% или менее.

Модель с разным составом Z оценивалась 5 раз.

## Результаты регрессионного анализа

Судя по полученным оценкам модели, в которой набор объясняющих характеристик меняется, одна модель говорит о том, что зарплата инженеров в среднем выше, а четыре – что зарплата ниже той, что у среднего экономиста.

Что это за числа в скобках и зачем нужны звездочки?

## Что это за числа в скобках и зачем нужны звездочки?

Получить оценку параметров регрессионной модели недостаточно.

Требуются дополнительные действия, чтобы установить, **как они похожи на свои теоретические величины**, характерные для генеральной совокупности.

Для этого рассчитываются **дисперсии оценок** – меры их разброса вокруг ожидаемого среднего значения.

Если дисперсия велика, параметру мало доверия. Если она мала, то доверия больше.

Статистика рекомендует сравнить **отношение самого параметра к квадратному корню из дисперсии** (его стандартному отклонению) по абсолютному значению с каким-то граничным значением.

Если выборка велика (в ней сотни и даже тысячи наблюдений), то можно использовать 2 и 3 как границы для выводов.

Значение больше трех говорит о том, что вероятность, что мы допустили ошибку, делая вывод о том, что параметр отличается от нуля, не более 1%. Соответственно, 2 – не более 5%.

## Что это за числа в скобках и зачем нужны звездочки?

Например:

Из первого столбца получаем:

$\left| \frac{0.279}{0.0324} \right| \approx 8.61 > 3$ . Можем считать, что есть различие в зарплате. Ставим \*\*\* - 1% уровень значимости.

Кажется, что инженеры оплачиваются лучше, чем экономисты.

Из пятого столбца получаем:

$\left| \frac{-0.0936}{0.216} \right| \approx 0.43 < 2$ .

Не можем говорить о наличии различий в зарплате.

## Есть ли различия в зарплате инженеров и экономистов?

Судя по нашим результатам, **различия наблюдаются**, если **не учитывается** то, что **инженеры – чаще мужчины**, а экономисты – женщины; что **экономисты чаще учатся на платном отделении и заочно**, что в какой-то степени может характеризовать полученные знания и навыки и т.д.

Когда мы **включаем эти факторы** в модель, то **различия исчезают**.

Таким образом, модель множественной регрессии позволяет нам установить, что между выпускниками инженерных и экономических специальностей **при прочих равных нет различий** в зарплате.

«**При прочих равных**» (ППР) означает, что мы сравниваем **абсолютно идентичных выпускников** инженера и экономиста, находящихся на одном и том же локальном рынке труда – в одном городе и одной отрасли.

## Модель множественной регрессии

Модель множественной регрессии для логарифма зарплаты также отвечает на вопрос на сколько отличаются зарработки

- между мужчинами и женщинами (ППР),
- между теми кто учился очно и заочно (ППР),
- между теми кто учился по контракту или за счет бюджетных средств (ППР),
- работает по профессии или нет (ППР),
- и т.д.

## Что делают экономисты, проводящие эконометрическое исследование?

Исходя из потребностей управления экономикой

- ставят задачи исследования;
- формулируют гипотезы на основе экономической теории;
- подбирают подходящие под исследования или собирают данные;
- выбирают и обосновывают метод исследования (МНК – это самый элементарный, хоть и популярный среди множества других);
- проводят исследование и представляют его результаты так, чтобы было понятно неспециалистам;
- обсуждают качество полученных результатов, недостатки данных; модели, метода, которые в дальнейшем могут быть устранены.

## Зачем критиковать собственные результаты?

Критика результатов помогает эконометрике

развиваться как науке;

расширяет многообразие используемых методов;

углубляет понимание полученных результатов и их достоверности.

**Спасибо за внимание**

ekotyrl@hse.ru