

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ
МЕТОДЫ ЭКОНОМИКИ**

УДК 338.242.44

DOI: 10.26456/2219-1453/2024.3.116–131

**ЭВОЛЮЦИОННОЕ С НЕНУЛЕВЫМ УРОВНЕМ
НАДЕЖНОСТИ ФАКТОРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ЧИСЛЕННОСТИ, СРОКА ИСПЫТАНИЯ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ
ЦЕЛЕВЫХ ВЫПУСКНИКОВ ВУЗОВ (ЧАСТЬ I)**

М.И. Лисица¹, А.С. Королев², Н.В. Трифонова¹, В.П. Попов³

¹ Санкт-Петербургский государственный
экономический университет, г. Санкт-Петербург

² Благотворительный фонд «Надежная смена», г. Москва

³ Ленинградский государственный университет
им. А.С. Пушкина, Санкт-Петербург, город Пушкин

Предметом исследования является инструментарий эволюционного с ненулевым уровнем надежности факторного моделирования в пределах выбранных для него компонентов высшего образования, выступающих в качестве объекта исследования. Цель работы заключается в обосновании статистически относительно/максимально надежного количественного и при этом адаптивного подхода к мониторингу и регулированию целевой подготовки в высших учебных заведениях. Исследование базируется на: 1) методах математической статистики и теории вероятностей, направленных на: а) выявление тесноты связи между результатом и влияющим на него фактором; б) проверку неслучайной связи между результатом и влияющим на него фактором; 2) многофакторном дискриминантном моделировании, направленном на проектирование эволюционной с ненулевым уровнем надежности факторной модели оценки результата. К научно новым результатам исследования уместно отнести концепцию и инструментарий проектирования частных эволюционных с ненулевым уровнем надежности факторных моделей оценки: 1) предполагаемой/требуемой численности целевых выпускников высших учебных заведений; 2) предполагаемой/требуемой численности закрепленных целевых выпускников высших учебных заведений; 3) предполагаемого/требуемого срока испытания целевых выпускников высших учебных заведений. Представленный подход может быть востребован заинтересованными в целевой подготовке государственными органами, высшими учебными заведениями, работодателями.

Ключевые слова: эволюционная с ненулевым уровнем надежности факторная модель; мультиколлинеарность; численность целевых выпускников; закрепление целевых выпускников; испытание целевых выпускников; высшее образование; высшее учебное заведение.

Прежде всего определимся с начальными условиями и предпосылками. Во-первых, высшее образование (сокращенно – ВО) может быть востребовано либо стихийно, когда его получатели руководствуются своими ни от кого не зависящими желаниями, возможностями и ограничениями, выбирая квалификацию, а также приемлемый вариант подготовки, либо через целевое

обучение, когда высшее учебное заведение (сокращенно – вуз с допустимостью склонения по падежам) совместно с работодателем/заказчиком устанавливают требования, возможности и ограничения в отношении квалификации, а также варианта подготовки. Во-вторых, будем полагать, что целевое обучение, на котором сосредоточим свои исследовательские усилия, потенциально повышает эффективность не только его получателей, но и работодателей/заказчиков, а также вузов, причем здесь согласимся с точкой зрения, впервые представленной в работе [7], где под эффективностью понимается способность к достижению желаемого результата.¹ В-третьих, способность является состоятельной (практически/физически реализуемой) при наличии субъектности, которая впервые была системно проанализирована в работах [3, 9], однако ее изначально частное понимание в пределах экономических конфликтов (неэффективного поведения, приводящего к имеющим стоимостное выражение неблагоприятным результатам) между агентами (группами заинтересованных лиц) объясняется в публикации [13], соответственно, можно полагать, что именно они выступают носителями передаваемых эффектов. В-четвертых, опираясь на идею субъектности, можно допустить (хотя здесь нельзя исключать иные точки зрения), что агентами, сигнализирующими² об эффективности/неэффективности как вузов, так и работодателей, выступают носители квалификации, которые сначала приобретают ее при обучении в вузах, а затем демонстрируют его результаты в рамках организационной среды работодателей. В-пятых, если ключевая роль в передаче (и особенно повышении) эффективности отводится носителям квалификации, то процесс ее приобретения, напомним, в рамках целевой подготовки, должен быть не только корректируемым, но и прозрачным, поскольку система ВО представлена разнообразными и многочисленными вузами. В-шестых, обсуждение того, кто должен обеспечить контролируемость и прозрачность, оставим за пределами проводимого исследования, но сосредоточимся на обсуждении того, каким образом это можно обеспечить.

Учитывая изложенное, более или менее очевидными для измерения (хотя здесь нельзя исключать иные точки зрения) должны быть параметры: 1) предполагаемая/требуемая численность целевых выпускников вузов;³ 2) предполагаемая/требуемая численность закрепленных целевых выпускников вузов;⁴ 3) предполагаемый/требуемый срок испытания целевых

¹ Очевидно, что в обозначенном контексте эффективность представляется феноменом, а не его частным формализованным воплощением в виде какого-то показателя, аналитический обзор которых дается в публикациях [4, 14].

² Концепция сигнализирования применительно к финансам впервые была изложена в работе [12] и развита в публикации [5], после чего более или менее уместно заимствуется в другие области научных исследований, чем и воспользуемся.

³ Получившие квалификацию участники целевого обучения.

⁴ Получившие квалификацию участники целевого обучения, удержавшиеся на предназначенных для них рабочих местах по завершении нормативно установленного кем-либо срока испытания в условиях трудовой деятельности.

выпускников вузов. Будем исходить из допущения, что названные параметры, воплощающие результат, поддаются количественному моделированию, кроме того, в данном случае решение может быть разложено на составляющие. Если учесть очевидную неопределенность факторов, влияющих на результат, требуется наделить его количественной оценкой надежности, скорее всего, вероятностной. В общем, детерминированность результата моделирования исключается. Причем в измерениях разумно стремиться к максимально высокому уровню надежности, хотя допустимо ограничиться и ненулевым, лишь исключая неопределенность.

Будем исходить из предположения, что расчеты выполняются посредством эволюционных факторных моделей. Отсюда требуется разработать инструментарий, позволяющий выполнить необходимые измерения. Безусловно, работоспособность любого количественного подхода определяется наличием числовой информации. И здесь (в рамках проводимого исследования) вряд ли найдутся общедоступные сведения. Тогда опираться придется на исходные данные, которые могут быть секретными или не быть таковыми, но в любом случае предоставляемыми по специальным запросам, без публичного размещения.

Разумеется, в процессе выявления (максимально высокого) уровня надежности возникает вопрос об эквивалентности динамических рядов (фактических интервалов времени) для измерения результата и влияющих на него факторов. Подчеркнем, что здесь требуются: а) одинаковая продолжительность отчетного периода времени и их число; б) одни и те же даты измерения результата и влияющих на него факторов. Иначе в эволюционную факторную модель будут внесены искажения, более того, она может оказаться неработоспособной, когда совместное развитие во времени по результату и по влияющему на него фактору (иначе говоря, их совместная эволюция) исследуется на динамических рядах (фактических интервалах времени) разной длины и моментов возникновения.

Если исходные данные сформированы корректно, то открывается возможность: а) определить тесноту связи (когда рассчитывается коэффициент корреляции) между фактическими значениями результата и фактическими значениями каждого влияющего на него фактора, причем здесь уместно отказаться от изложения неадаптированной к проводимому исследованию (т.е. математически абстрактной) версии выполнения обозначенной процедуры, которая впервые была представлена в научных [11]; б) провести исследование гипотезы о неслучайной связи (когда рассчитывается ее вероятность) между фактическими значениями результата и фактическими значениями каждого влияющего на него фактора, причем здесь уместно отказаться от изложения неадаптированной к проводимому исследованию (т.е. математически абстрактной) версии выполнения обозначенной процедуры, которая впервые

была представлена в работе¹ [15]. Заметим, это и есть процесс обоснования уровня надежности результата (подчеркнем, по каждому влияющему на него фактору). Причем важно обратить внимание на два момента. Во-первых, если требуется повысить вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями каждого влияющего на него фактора, то следует изменить длину динамического ряда (теоретически все равно, сократить или нарастить его на один – начальный – период времени, однако практически, скорее всего, придется сократить). Нельзя исключать, что данную процедуру придется повторять несколько раз, что теоретически должно увеличить (вплоть до максимального уровня) вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями каждого влияющего на него фактора. Тогда изменение длины динамического ряда станет неизбежным для всех сочетаний фактических значений результата и фактических значений каждого влияющего на него фактора. Напомним, что в противном случае в эволюционную факторную модель будут внесены искажения либо она окажется неработоспособной. Во-вторых, фактор может быть выведен из их состава, если не удастся повысить вероятность неслучайной связи (когда она уже является максимальной, но недостаточной для признания эволюционной факторной модели надежной) между фактическими значениями результата и фактическими значениями каждого влияющего на него фактора. Кроме того, исключенный фактор может быть заменен, разумеется, при выполнении изложенных ранее требований к эквивалентности динамических рядов для измерения результата и влияющих на него факторов.

Учитывая изложенное, можно допустить, что при математической формализации компонентов эволюционной факторной модели ее математической основой является уравнение линейной регрессии. Причем здесь уместно отказаться от изложения неадаптированной к проводимому исследованию (т.е. математически абстрактной) версии проведения обозначенной процедуры, которая впервые была представлена в публикации [8]. Однако важно обратить внимание на три момента. Во-первых, при выборе относительно большого числа факторов процесс обоснования уровня надежности результата (напомним, по каждому влияющему на него фактору) становится не только рутинным, но еще и трудозатратным, когда вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора в одной паре увеличивается, однако при этом вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора в другой паре уменьшается. В данной ситуации придется довольствоваться компромиссом между изменяющимися уровнями надежности. Во-вторых,

¹ Ее автором является Уильям Сили Госсет, который был вынужден взять псевдоним из-за ограничений на распространение информации, введенных работодателем – пивоваренным заводом «Arthur Guinness Son & Co».

применение эволюционного факторного моделирования не позволяет получить/зафиксировать универсальное/неизменное уравнение для постоянно эволюционирующего (изменяющегося по длине) динамического ряда, например, когда его наращивание на каждый прошедший период времени будет неизбежно требовать внесения изменений в эволюционную факторную модель. Причина такой неизбежности видится в отсутствии у эволюционных факторных моделей оценки результата (по своей природе являющихся вероятностными) детерминированных параметров. В-третьих, достоинством/преимуществом эволюционного факторного моделирования (опирающегося на уравнения линейной регрессии) является поддающаяся количественному измерению (и даже максимизации) надежность результата (напомним, по каждому влияющему на него фактору).

Наконец, ответим на возможные вопросы о состоятельности подобного подхода к проектированию эволюционной факторной модели. Во-первых, почему предпочтительна линейная форма уравнения? Принципиально важная причина такого варианта специфически объясняется в работах [1, 2].¹ Однако в данном случае, если исходить из принятого ранее соображения о стремлении к максимальной вероятности неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора, добиться такой ситуации можно при соблюдении неравенства (9) и стремлении к единице абсолютной величины коэффициента корреляции между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора. А это и есть случай уравнения линейной регрессии. Во-вторых, как преодолеть проблему мультиколлинеарности (наличия так называемой «сильной» статистической связи между факторами), чему посвящены публикации [6, 10]? Если исходить из модельных предпосылок, то при стремлении к единице абсолютной величины коэффициента корреляции между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора во всех парах будет наблюдаться стремление к единице абсолютной величины коэффициента корреляции между фактическими значениями факторов также во всех парах. Однако не следует думать, что эволюционная факторная модель теряет смысл, поскольку факторы, несмотря на разные названия, дублируют друг друга или являются составными частями друг друга. По крайней мере, при их выборе этого надо избегать. Тем не менее, проблема мультиколлинеарности теоретически преодолима,² но только не при сформулированных ранее

¹ Все процессы в экономике линейны либо могут быть представлены в линейном виде посредством градиентного спуска.

² При решении на одном из этапов используется математическая запись вычитания числа факторов. Это означает одно – длина динамического ряда не должна быть меньше суммы трех и числа факторов, в противном случае не избежать нулевой вероятности неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора (а для действий наугад эволюционная факторная модель не нужна). Кроме того, далеко не всегда можно оперировать динамическими рядами большей длины, чем даже число факторов, тогда эволюционная факторная модель будет обладать неопределенным уровнем надежности, а при необходимости его выявления вообще не будет построена.

модельных предпосылках, напомним: 1) о стремлении к максимальной вероятности неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора; 2) о стремлении к единице абсолютной величины коэффициента корреляции между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора.

Далее перейдем к обсуждению частных вариантов применения эволюционных факторных моделей. Напомним, их можно использовать для заявленных ранее измерений. Более того, они могут быть наделены пороговыми (интервальными) оценками. Таким образом, здесь требуются три частные эволюционные факторные модели, проектированием которых и займемся.

Прежде всего, должны быть доступны исходные данные. Пусть ими будут: 1) длина динамического ряда (фактический интервал времени); 2) численность целевых выпускников вузов; 3) численность закрепленных целевых выпускников вузов; 4) срок испытания целевых выпускников вузов; 5) число готовящихся целевых выпускников вузов; 6) число кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; 7) число программ подготовки целевых выпускников вузов; 8) число целевых профессий с ВО; 9) число вакансий по целевым профессиям с ВО; 10) число применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; 11) число применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; 12) число применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия. При этом выделим из исходных данных (сохранив их сложившуюся нумерацию) характеризующие результат: 2) численность целевых выпускников вузов; 3) численность закрепленных целевых выпускников вузов; 4) срок испытания целевых выпускников вузов.

Сначала определим средний уровень результата:

$$\mu_P = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z P_t \quad (1) \quad \mu_C = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z C_t \quad (2)$$

$$\mu_T = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z T_t \quad (3)$$

где μ_P – средняя численность целевых выпускников ВУЗов; z – число, соответствующее длине динамического ряда; $t=1, \dots, z$ – длина динамического ряда (фактический интервал времени); P_t – численность целевых выпускников вузов за период времени t ; μ_C – средняя численность закрепленных целевых выпускников вузов; C_t – численность закрепленных целевых выпускников вузов за период времени t ; μ_T – средний срок испытания целевых выпускников вузов; T_t – срок испытания целевых выпускников вузов за период времени t .

Конечно, в науке обозначенная проблема может оставаться актуальной сколько угодно долго, но вряд ли для выполнения прикладных задач.

Затем определим стандартное отклонение фактических значений результата:

$$\sigma_P = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P)^2} \quad (4) \quad \sigma_C = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (C_t - \mu_C)^2} \quad (5)$$

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (T_t - \mu_T)^2} \quad (6)$$

где σ_P – стандартное отклонение численности целевых выпускников вузов; σ_C – стандартное отклонение численности закрепленных целевых выпускников вузов; σ_T – стандартное отклонение срока испытания целевых выпускников вузов.

Теперь определим средний уровень фактора:

$$\mu_I = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z I_t \quad (7) \quad \mu_M = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z M_t \quad (11)$$

$$\mu_G = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z G_t \quad (8) \quad \mu_S = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z S_t \quad (12)$$

$$\mu_J = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z J_t \quad (9) \quad \mu_Q = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z Q_t \quad (13)$$

$$\mu_N = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z N_t \quad (10) \quad \mu_R = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z R_t \quad (14)$$

где μ_I – среднее число готовящихся целевых выпускников вузов; I_t – число готовящихся целевых выпускников вузов за период времени t ; μ_G – среднее число кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; G_t – число кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов за период времени t ; μ_J – среднее число программ подготовки целевых выпускников вузов; J_t – число программ подготовки целевых выпускников вузов за период времени t ; μ_N – среднее число целевых профессий с ВО; N_t – число целевых профессий с ВО за период времени t ; μ_M – среднее число вакансий по целевым профессиям с ВО; M_t – число вакансий по целевым профессиям с ВО за период времени t ; μ_S – среднее число применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; S_t – число применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов за период времени t ; μ_Q – среднее число применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; Q_t – число применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов за период времени t ; μ_R – среднее число применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия; R_t – число применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия за период времени t .

Далее определим стандартное отклонение фактических значений фактора:

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (M_t - \mu_M)^2} \quad (15) \quad \sigma_I = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (I_t - \mu_I)^2} \quad (19)$$

$$\sigma_S = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (S_t - \mu_S)^2} \quad (16) \quad \sigma_G = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (G_t - \mu_G)^2} \quad (20)$$

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (Q_t - \mu_Q)^2} \quad (17) \quad \sigma_J = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (J_t - \mu_J)^2} \quad (21)$$

$$\sigma_R = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (R_t - \mu_R)^2} \quad (18) \quad \sigma_N = \sqrt{\frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (N_t - \mu_N)^2} \quad (22)$$

где σ_I – стандартное отклонение числа готовящихся целевых выпускников вузов; σ_G – стандартное отклонение числа кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; σ_J – стандартное отклонение числа программ подготовки целевых выпускников вузов; σ_N – стандартное отклонение числа целевых профессий с ВО; σ_M – стандартное отклонение числа вакансий по целевым профессиям с ВО; σ_S – стандартное отклонение числа применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; σ_Q – стандартное отклонение числа применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; σ_R – стандартное отклонение числа применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

Наконец, определим дисперсию фактических значений фактора (обратим внимание, если требуется выявить максимальную по величине вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора, то во избежание двойной работы данный этап лучше отложить до момента, когда будет проектироваться чувствительность среднего уровня результата к среднему уровню фактора):

$$\sigma_I^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (I_t - \mu_I)^2 \quad (23) \quad \sigma_M^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (M_t - \mu_M)^2 \quad (27)$$

$$\sigma_G^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (G_t - \mu_G)^2 \quad (24) \quad \sigma_S^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (S_t - \mu_S)^2 \quad (28)$$

$$\sigma_J^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (J_t - \mu_J)^2 \quad (25) \quad \sigma_Q^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (Q_t - \mu_Q)^2 \quad (29)$$

$$\sigma_N^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (N_t - \mu_N)^2 \quad (26) \quad \sigma_R^2 = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (R_t - \mu_R)^2 \quad (30)$$

где σ_I^2 – дисперсия числа готовящихся целевых выпускников вузов; σ_G^2 – дисперсия числа кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; σ_J^2 – дисперсия числа программ подготовки целевых выпускников вузов; σ_N^2 – дисперсия числа целевых профессий с ВО; σ_M^2 – дисперсия числа вакансий по целевым профессиям с ВО; σ_S^2 – дисперсия числа применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; σ_Q^2 – дисперсия числа применяемых при обучении

методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; σ_R^2 – дисперсия числа применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

На этом оценка параметров, единых для всех частных эволюционных факторных моделей, завершается. Далее перейдем к оценке тесноты связи между результатом и факторами.

Сначала определим ковариацию между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность целевых выпускников вузов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$Cov_{P,I} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (I_t - \mu_I) \quad (31) \quad Cov_{P,M} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (M_t - \mu_M) \quad (35)$$

$$Cov_{P,G} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (G_t - \mu_G) \quad (32) \quad Cov_{P,S} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (S_t - \mu_S) \quad (36)$$

$$Cov_{P,J} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (J_t - \mu_J) \quad (33) \quad Cov_{P,Q} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (Q_t - \mu_Q) \quad (37)$$

$$Cov_{P,N} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (N_t - \mu_N) \quad (34) \quad Cov_{P,R} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (P_t - \mu_P) \cdot (R_t - \mu_R) \quad (38)$$

где $Cov_{P,I}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом готовящих целевых выпускников вузов; $Cov_{P,G}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; $Cov_{P,J}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом программ подготовки целевых выпускников вузов; $Cov_{P,N}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом целевых профессий с ВО; $Cov_{P,M}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $Cov_{P,S}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; $Cov_{P,Q}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; $Cov_{P,R}$ – ковариация между численностью целевых выпускников вузов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

Затем определим ковариацию между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность закрепленных целевых выпускников вузов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$Cov_{C,I} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (C_t - \mu_C) \cdot (I_t - \mu_I) \quad (39) \quad Cov_{C,M} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (C_t - \mu_C) \cdot (M_t - \mu_M) \quad (43)$$

$$Cov_{C,G} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (C_t - \mu_C) \cdot (G_t - \mu_G) \quad (40) \quad Cov_{C,S} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (C_t - \mu_C) \cdot (S_t - \mu_S) \quad (44)$$

$$Cov_{C,J} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (C_t - \mu_C) \cdot (J_t - \mu_J) \quad (41) \quad Cov_{C,Q} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{t=1}^z (C_t - \mu_C) \cdot (Q_t - \mu_Q) \quad (45)$$

$$Cov_{C,N} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (C_i - \mu_C) \cdot (N_i - \mu_N) \quad (42) \quad Cov_{C,R} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (C_i - \mu_C) \cdot (R_i - \mu_R) \quad (46)$$

где $Cov_{C,I}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом готовящих целевых выпускников вузов; $Cov_{C,G}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; $Cov_{C,J}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом программ подготовки целевых выпускников вузов; $Cov_{C,N}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом целевых профессий с ВО; $Cov_{C,M}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $Cov_{C,S}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; $Cov_{C,Q}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; $Cov_{C,R}$ – ковариация между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

Кроме того, определим ковариацию между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактический срок испытания целевых выпускников вузов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$Cov_{T,I} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (I_i - \mu_I) \quad (47) \quad Cov_{T,M} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (M_i - \mu_M) \quad (51)$$

$$Cov_{T,G} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (G_i - \mu_G) \quad (48) \quad Cov_{T,S} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (S_i - \mu_S) \quad (52)$$

$$Cov_{T,J} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (J_i - \mu_J) \quad (49) \quad Cov_{T,Q} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (Q_i - \mu_Q) \quad (53)$$

$$Cov_{T,N} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (N_i - \mu_N) \quad (50) \quad Cov_{T,R} = \frac{1}{z} \cdot \sum_{i=1}^z (T_i - \mu_T) \cdot (R_i - \mu_R) \quad (54)$$

где $Cov_{T,I}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом готовящих целевых выпускников вузов; $Cov_{T,G}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; $Cov_{T,J}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом программ подготовки целевых выпускников вузов; $Cov_{T,N}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом целевых профессий с ВО; $Cov_{T,M}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $Cov_{T,S}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников

вузов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; $Cov_{T,Q}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; $Cov_{T,R}$ – ковариация между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

Теперь определим коэффициент корреляции между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность целевых выпускников вузов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$\rho_{P,I} = \frac{Cov_{P,I}}{\sigma_P \cdot \sigma_I} \quad (55) \qquad \rho_{P,M} = \frac{Cov_{P,M}}{\sigma_P \cdot \sigma_M} \quad (59)$$

$$\rho_{P,G} = \frac{Cov_{P,G}}{\sigma_P \cdot \sigma_G} \quad (56) \qquad \rho_{P,S} = \frac{Cov_{P,S}}{\sigma_P \cdot \sigma_S} \quad (60)$$

$$\rho_{P,J} = \frac{Cov_{P,J}}{\sigma_P \cdot \sigma_J} \quad (57) \qquad \rho_{P,Q} = \frac{Cov_{P,Q}}{\sigma_P \cdot \sigma_Q} \quad (61)$$

$$\rho_{P,N} = \frac{Cov_{P,N}}{\sigma_P \cdot \sigma_N} \quad (58) \qquad \rho_{P,R} = \frac{Cov_{P,R}}{\sigma_P \cdot \sigma_R} \quad (62)$$

где $\rho_{P,I}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом готовящих целевых выпускников вузов; $\rho_{P,G}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; $\rho_{P,J}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом программ подготовки целевых выпускников вузов; $\rho_{P,N}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом целевых профессий с ВО; $\rho_{P,M}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $\rho_{P,S}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; $\rho_{P,Q}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; $\rho_{P,R}$ – коэффициент корреляции между численностью целевых выпускников вузов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

Далее определим коэффициент корреляции между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность закрепленных целевых выпускников вузов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$\rho_{C,I} = \frac{Cov_{C,I}}{\sigma_C \cdot \sigma_I} \quad (63) \qquad \rho_{C,M} = \frac{Cov_{C,M}}{\sigma_C \cdot \sigma_M} \quad (67)$$

$$\rho_{C,G} = \frac{Cov_{C,G}}{\sigma_C \cdot \sigma_G} \quad (64) \qquad \rho_{C,S} = \frac{Cov_{C,S}}{\sigma_C \cdot \sigma_S} \quad (68)$$

$$\rho_{C,J} = \frac{Cov_{C,J}}{\sigma_C \cdot \sigma_J} \quad (65) \qquad \rho_{C,Q} = \frac{Cov_{C,Q}}{\sigma_C \cdot \sigma_Q} \quad (69)$$

$$\rho_{C,N} = \frac{Cov_{C,N}}{\sigma_C \cdot \sigma_N} \quad (66) \qquad \rho_{C,R} = \frac{Cov_{C,R}}{\sigma_C \cdot \sigma_R} \quad (70)$$

где $\rho_{C,I}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом готовящихся целевых выпускников вузов; $\rho_{C,G}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; $\rho_{C,J}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом программ подготовки целевых выпускников вузов; $\rho_{C,N}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом целевых профессий с ВО; $\rho_{C,M}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $\rho_{C,S}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; $\rho_{C,Q}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; $\rho_{C,R}$ – коэффициент корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников вузов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

Наконец определим коэффициент корреляции между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактический срок адаптации целевых выпускников вузов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$\rho_{T,I} = \frac{Cov_{T,I}}{\sigma_T \cdot \sigma_I} \quad (71) \qquad \rho_{T,M} = \frac{Cov_{T,M}}{\sigma_T \cdot \sigma_M} \quad (75)$$

$$\rho_{T,G} = \frac{Cov_{T,G}}{\sigma_T \cdot \sigma_G} \quad (72) \qquad \rho_{T,S} = \frac{Cov_{T,S}}{\sigma_T \cdot \sigma_S} \quad (76)$$

$$\rho_{T,J} = \frac{Cov_{T,J}}{\sigma_T \cdot \sigma_J} \quad (73) \qquad \rho_{T,Q} = \frac{Cov_{T,Q}}{\sigma_T \cdot \sigma_Q} \quad (77)$$

$$\rho_{T,N} = \frac{Cov_{T,N}}{\sigma_T \cdot \sigma_N} \quad (74)$$

$$\rho_{T,R} = \frac{Cov_{T,R}}{\sigma_T \cdot \sigma_R} \quad (78)$$

где $\rho_{T,I}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом готовящихся целевых выпускников вузов; $\rho_{T,G}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников вузов; $\rho_{T,J}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом программ подготовки целевых выпускников вузов; $\rho_{T,N}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом целевых профессий с ВО; $\rho_{T,M}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $\rho_{T,S}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников вузов; $\rho_{T,Q}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками вузов; $\rho_{T,R}$ – коэффициент корреляции между сроком испытания целевых выпускников вузов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников вузов на предприятия.

На этом оценка тесноты связи между результатом и факторами завершается. Соответственно, перейдем к исследованию гипотезы о неслучайной связи между результатом и факторами, иначе говоря, выявлению уровня надежности и при необходимости его повышению.

Подводя предварительные итоги, отметим, что ключевым моментом исследования на данном этапе является сочетание гипотетического (но совершенно неочевидного, т.е. математически доказательного) наличия причинно-следственной связи между факторами и результатом. А с учетом принятых допущений и трактовок это видится субъективной составляющей исследования. Однако косвенным подтверждением причинно-следственной связи между факторами и результатом становится выявляемая математическим путем корреляция (статистическая связь) между ними. Тем не менее, и ее недостаточно, т.к. даже наличие корреляции (статистической связи) между факторами и результатом может оказаться статистически ничего не значащей случайностью. Соответственно, необходимо провести проверку и по указанному направлению, что и будет основой доверия к будущим эволюционным факторным моделям, которые также еще предстоит спроектировать. Всему этому и будет посвящена вторая часть исследования.

Список литературы

1. Канторович Л.В. Математико-экономические работы. Новосибирск: Наука, 2011. 760 с.
2. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства. Л.: Издание Ленинградского государственного университета, 1939. 68 с.
3. Леонтьев А.Н. Деятельность. Сознание. Личность. М.: Политиздат, 1975. 303 с.
4. Штеле Е.А., Вечерковская О.Б. К вопросу о понятии «эффективность» // Экономический анализ: теория и практика. 2017. №5. С. 935-947.
5. Asquith P., Mullins D.W. Signaling with Dividends, Stock Repurchases, and Equity Issues // Financial Management. 1986. Autumn. P. 27-44.
6. Belsley D., Kuh E., Welsch R. Regression Diagnostics: Identifying Influential Data and Sources of Collinearity. New York: Wiley, 1980. 320 p.
7. Emerson H. The Twelve Principles of Efficiency. New York: Engineering Magazine, 1912. 423 p.
8. Fisher R.A. The Use of Multiple Measurements in Taxonomic Problems // Annals of Eugenics. 1936. №7. P. 179-188.
9. Harré R. Social Psychology: Methodology. Oxford: Blackwell, 1979. 438 p.
10. Leamer E.E. Multicollinearity: A Bayesian Interpretation // Review of Economics and Statistics. 1973. №3. P. 371-380.
11. Pearson K. Mathematical Contributions to the Theory of Evolution // Philosophical Transactions of the Royal Society. 1894-1916.
12. Ross S.A. The Determination of Financial Structure. The Incentive Signaling Approach // Bell Journal of Economics. 1977. Spring. P. 23-40.
13. Ross S.A. The Economic Theory of Agency: The Principal's Problem // American Economic Review. 1973. №2. P. 134-139.
14. Sickles R., Zelenyuk V. Measurement of Productivity and Efficiency. New York: Cambridge University Press, 2019. 601 p.
15. Student. The Probable Error of a Mean // Biometrika. 1908. №6. P. 1-25.

Об авторах:

ЛИСИЦА Максим Иванович – доктор экономических наук, доцент кафедры международного бизнеса Санкт-Петербургского государственного экономического университета (Россия, 191023, г. Санкт-Петербург, улица Садовая, дом 21); e-mail: lisitsa@sknt.ru, ORCID: 0000-0002-1153-1515, SPIN-код: 7991-5296, AuthorID: 368409

КОРОЛЕВ Артем Сергеевич – директор благотворительного фонда «Надежная смена» (Россия, 105120, г. Москва, Гжельский переулок, д. 20); e-mail: korolev@fondsmena.ru, ORCID: 0000-0003-2175-2204

ТРИФОНОВА Наталья Викторовна – кандидат экономических наук, доцент, заведующая кафедрой международного бизнеса Санкт-Петербургского государственного экономического университета (Россия, 191023, г. Санкт-Петербург, улица Садовая, д. 21); e-mail: nvtrifon@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0697-8846, SPIN-код: 6292-6344, AuthorID: 846151

ПОПОВ Владимир Петрович – кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры региональной экономики и управления Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина (Россия, 196605, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 10); e-mail: vladimirpopov52@mail.ru, ORCID: 0009-0002-5389-045X, SPIN-код: 1873-6564, AuthorID: 684278

EVOLUTIONARY FACTOR MODELING OF THE NUMBER, TEST PERIOD AND RETENTION OF TARGET UNIVERSITY GRADUATES WITH A NON-ZERO LEVEL OF RELIABILITY (PART I)

M.I. Lisitsa¹, A.S. Korolev², N.V. Trifonova¹, V.P. Popov³

¹Saint-Petersburg State Economic University, Saint-Petersburg

²Charitable Foundation «Reliable Change», Moscow

³Leningrad State University Named

after A.S. Pushkin, Saint-Petersburg, Pushkin City

The subject of this research is the tools of evolutionary factor modeling with a non-zero level of reliability within the selected components of higher education, which act as the object of research. The purpose of the work is to substantiate a statistically relative/maximally reliable quantitative and at the same time adaptive approach to monitoring and regulating targeted training in higher education institutions. The study is based on: 1) methods of mathematical statistics and probability theory aimed at: a) identifying the closeness of the relationship between the result and the factor influencing it; b) verification of a non-random relationship between the result and the factor influencing it; 2) multivariate discriminant modeling aimed at designing an evolutionary factor model with a non-zero level of reliability for evaluating the result. The scientifically new results of the study include the concept and tools for designing particular evolutionary factor models with a non-zero level of reliability: 1) the estimated/required number of target graduates of higher educational institutions; 2) the estimated/required number of assigned target graduates of higher educational institutions; 3) the estimated/required period of probation of target graduates of higher educational institutions. The presented approach can be in demand by state bodies, higher educational institutions, and employers interested in targeted training.

Keywords: *evolutionary factor model with a non-zero level of reliability; number of target graduates; consolidation of target graduates; test of target graduates; higher education; higher educational institution.*

About the authors:

LISITSA Maxim Ivanovich – Doctor of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of International Business of Saint-Petersburg State Economic University (Russia, 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya Street, 21), e-mail: lisitsa@sknt.ru, ORCID: 0000-0002-1153-1515, SPIN-code: 7991-5296, AuthorID: 368409

KOROLEV Artem Sergeevich – Director of the Charitable Foundation «Reliable Change» (Russia, 105120, Moscow, Gzhelsky lane, 20), e-mail: korolev@fondsmena.ru, ORCID: 0000-0003-2175-2204

TRIFONOVA Natalia Viktorovna – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Head of the Department of International Business of Saint-Petersburg State University of Economics (Russia, 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya Street, 21), e-mail: nvtrifon@mail.ru, ORCID: 0000-0003-0697-8846, SPIN-code: 6292-6344, AuthorID: 846151

POPOV Vladimir Petrovich – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Regional Economics and Management of Leningrad State University Named after A.S. Pushkin (Russia, 196605, Saint-Petersburg, Pushkin City, Peterburg Highway, 10), e-mail: vladimirpopov52@mail.ru, ORCID: 0009-0002-5389-045X, SPIN-code: 1873-6564, AuthorID: 684278

Статья поступила в редакцию 19.05.2024 г.
Статья подписана в печать 18.09.2024 г.