

УДК 338.242.44

DOI: 10.26456/2219-1453/2024.4.139–153

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

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,
г. 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.

Сначала, соблюдая неравенство (87), оценим расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое для коэффициента корреляции между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность целевых выпускников ВУЗов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$t_{P,I,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,I}^2}{1 - \rho_{P,I}^2}} \cdot (z - 2) \quad (79) \quad t_{P,M,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,M}^2}{1 - \rho_{P,M}^2}} \cdot (z - 2) \quad (83)$$

$$t_{P,G,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,G}^2}{1 - \rho_{P,G}^2}} \cdot (z - 2) \quad (80) \quad t_{P,S,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,S}^2}{1 - \rho_{P,S}^2}} \cdot (z - 2) \quad (84)$$

$$t_{P,J,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,J}^2}{1 - \rho_{P,J}^2}} \cdot (z - 2) \quad (81) \quad t_{P,Q,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,Q}^2}{1 - \rho_{P,Q}^2}} \cdot (z - 2) \quad (85)$$

$$t_{P,N,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,N}^2}{1 - \rho_{P,N}^2}} \cdot (z - 2) \quad (82) \quad t_{P,R,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{P,R}^2}{1 - \rho_{P,R}^2}} \cdot (z - 2) \quad (86)$$

$$z \geq 3 \quad (87)$$

где $t_{P,I,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом готовящихся целевых выпускников ВУЗов; $t_{P,G,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $t_{P,J,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $t_{P,N,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом целевых профессий с ВО; $t_{P,M,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО;

$t_{P,S,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; $t_{P,Q,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; $t_{P,R,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Кроме того, соблюдая неравенство (87), оценим расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое для коэффициента корреляции между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность закрепленных целевых выпускников ВУЗов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$t_{C,I,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,I}^2}{1 - \rho_{C,I}^2} \cdot (z - 2)} \quad (88) \quad t_{C,M,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,M}^2}{1 - \rho_{C,M}^2} \cdot (z - 2)} \quad (92)$$

$$t_{C,G,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,G}^2}{1 - \rho_{C,G}^2} \cdot (z - 2)} \quad (89) \quad t_{C,S,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,S}^2}{1 - \rho_{C,S}^2} \cdot (z - 2)} \quad (93)$$

$$t_{C,J,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,J}^2}{1 - \rho_{C,J}^2} \cdot (z - 2)} \quad (90) \quad t_{C,Q,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,Q}^2}{1 - \rho_{C,Q}^2} \cdot (z - 2)} \quad (94)$$

$$t_{C,N,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,N}^2}{1 - \rho_{C,N}^2} \cdot (z - 2)} \quad (91) \quad t_{C,R,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{C,R}^2}{1 - \rho_{C,R}^2} \cdot (z - 2)} \quad (95)$$

$$z \geq 3 \quad (87)$$

где $t_{C,I,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом готовящих целевых выпускников ВУЗов; $t_{C,G,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $t_{C,J,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $t_{C,N,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом целевых профессий с ВО; $t_{C,M,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $t_{C,S,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; $t_{C,Q,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми

выпускниками ВУЗов; $t_{C,R,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Наконец, соблюдая неравенство (87), оценим расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое для коэффициента корреляции между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактический срок испытания целевых выпускников ВУЗов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$t_{T,I,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,I}^2}{1 - \rho_{T,I}^2} \cdot (z - 2)} \quad (96) \quad t_{T,M,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,M}^2}{1 - \rho_{T,M}^2} \cdot (z - 2)} \quad (100)$$

$$t_{T,G,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,G}^2}{1 - \rho_{T,G}^2} \cdot (z - 2)} \quad (97) \quad t_{T,S,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,S}^2}{1 - \rho_{T,S}^2} \cdot (z - 2)} \quad (101)$$

$$t_{T,J,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,J}^2}{1 - \rho_{T,J}^2} \cdot (z - 2)} \quad (98) \quad t_{T,Q,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,Q}^2}{1 - \rho_{T,Q}^2} \cdot (z - 2)} \quad (102)$$

$$t_{T,N,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,N}^2}{1 - \rho_{T,N}^2} \cdot (z - 2)} \quad (99) \quad t_{T,R,z-2} = \sqrt{\frac{\rho_{T,R}^2}{1 - \rho_{T,R}^2} \cdot (z - 2)} \quad (103)$$

$$z \geq 3 \quad (87)$$

где $t_{T,I,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом готовящихся целевых выпускников ВУЗов; $t_{T,G,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $t_{T,J,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $t_{T,N,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом целевых профессий с ВО; $t_{T,M,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $t_{T,S,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых методов оценки при отборе

целевых выпускников ВУЗов; $t_{T,Q,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; $t_{T,R,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между сроком испытания целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Будем полагать, что решение по выявлению уровня статистической значимости, выражающего вероятность случайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора, автоматизировано в крупноформатной электронной таблице «Microsoft Excel» посредством встроенной в нее статистической функции «СТЮДЕНТ.РАСП.2Х»:

$$\omega_{Y,f} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{Y,f,z-2}; z - 2) \quad (104)$$

где $\omega_{Y,f}$ – вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора f ; $\text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{Y,f,z-2}; z-2)$ – встроенная в крупноформатную электронную таблицу «Microsoft Excel» статистическая функция, автоматизирующая оценку уровня статистической значимости (при $z-2$ числе степеней свободы), выражающего вероятность случайной связи между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора f ; $t_{Y,f,z-2}$ – расчетное значение критерия Стьюдента, определяемое при $z-2$ числе степеней свободы для коэффициента корреляции между фактическими значениями результата и фактическими значениями влияющего на него фактора f .

Итак, адаптируя выражение (104), определим вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность целевых выпускников ВУЗов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$\omega_{P,I} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,I,z-2}; z - 2) \quad (105)$$

$$\omega_{P,G} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,G,z-2}; z - 2) \quad (106)$$

$$\omega_{P,J} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,J,z-2}; z - 2) \quad (107)$$

$$\omega_{P,N} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,N,z-2}; z - 2) \quad (108)$$

$$\omega_{P,M} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,M,z-2}; z - 2) \quad (109)$$

$$\omega_{P,S} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,S,z-2}; z - 2) \quad (110)$$

$$\omega_{P,Q} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,Q,z-2}; z - 2) \quad (111)$$

$$\omega_{P,R} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.2Х}(t_{P,R,z-2}; z - 2) \quad (112)$$

где $\omega_{P,I}$ – вероятность неслучайной связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом готовящих целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{P,G}$ – вероятность неслучайной связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{P,J}$ – вероятность неслучайной

связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{P,N}$ – вероятность неслучайной связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом целевых профессий с ВО; $\omega_{P,M}$ – вероятность неслучайной связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $\omega_{P,S}$ – вероятность неслучайной связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{P,Q}$ – вероятность неслучайной связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; $\omega_{P,R}$ – вероятность неслучайной связи между численностью целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Кроме того, адаптируя выражение (104), определим вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактическая численность закрепленных целевых выпускников ВУЗов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$\omega_{C,I} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,I,z-2}; z - 2) \quad (113)$$

$$\omega_{C,G} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,G,z-2}; z - 2) \quad (114)$$

$$\omega_{C,J} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,J,z-2}; z - 2) \quad (115)$$

$$\omega_{C,N} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,N,z-2}; z - 2) \quad (116)$$

$$\omega_{C,M} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,M,z-2}; z - 2) \quad (117)$$

$$\omega_{C,S} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,S,z-2}; z - 2) \quad (118)$$

$$\omega_{C,Q} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,Q,z-2}; z - 2) \quad (119)$$

$$\omega_{C,R} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{C,R,z-2}; z - 2) \quad (120)$$

где $\omega_{C,I}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом готовящих целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{C,G}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{C,J}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{C,N}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом целевых профессий с ВО; $\omega_{C,M}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом вакансий по целевым профессиям с ВО; $\omega_{C,S}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; $\omega_{C,Q}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; $\omega_{C,R}$ – вероятность неслучайной связи между численностью закрепленных

целевых выпускников ВУЗов и числом применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Наконец, адаптируя выражение (104), определим вероятность неслучайной связи между фактическими значениями результата, под которым здесь понимается фактический срок испытания целевых выпускников ВУЗов, и фактическими значениями влияющего на него фактора:

$$\omega_{T,I} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,I,z-2}; z - 2) \quad (121)$$

$$\omega_{T,G} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,G,z-2}; z - 2) \quad (122)$$

$$\omega_{T,J} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,J,z-2}; z - 2) \quad (123)$$

$$\omega_{T,N} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,N,z-2}; z - 2) \quad (124)$$

$$\omega_{T,M} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,M,z-2}; z - 2) \quad (125)$$

$$\omega_{T,S} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,S,z-2}; z - 2) \quad (126)$$

$$\omega_{T,Q} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,Q,z-2}; z - 2) \quad (127)$$

$$\omega_{T,R} = 1 - \text{СТЮДЕНТ.РАСП.}2X(t_{T,R,z-2}; z - 2) \quad (128)$$

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

На этом исследовании гипотезы о неслучайной связи между результатом и факторами, иначе говоря, выявление уровня надежности, завершается. Напомним, при необходимости его повышения потребуется изменить длину динамического ряда, т.е. надо сократить или нарастить его на один – начальный – период времени. Как правило, на практике наращивание вряд ли бывает доступно из-за отсутствия данных (более «старых», чем самые «старые»), поэтому решение видится в постепенном сокращении длины динамического – последовательном отсечении данных, начиная с первого периода времени. Заметим, если проводится процедура повышения уровня надежности, то начинать ее надо с выражений (1), (2), (3), причем здесь во избежание

повторения действий, не ведущих к фиксации полученных оценок, нет необходимости использовать формулы (23), (24), (25), (26), (27), (28), (29), (30), пока не будет утверждена длина динамического ряда, на которой обеспечивается максимальная вероятность неслучайной связи между результатом и факторами. Соответственно, представленные комментарии будем считать исчерпывающими и перейдем к оценке констант, которыми являются: а) чувствительность среднего уровня результата к среднему уровню фактора; б) значение результата при нулевой величине влияющих на него факторов.

Сначала определим чувствительность среднего уровня результата, помня об упомянутом ранее способе избежать двойных вычислений, под которым здесь понимается средняя численность целевых выпускников ВУЗов, к среднему уровню фактора:

$$\beta_{P,I} = \frac{Cov_{P,I}}{\sigma_I^2} \quad (129) \quad \beta_{P,M} = \frac{Cov_{P,M}}{\sigma_M^2} \quad (133)$$

$$\beta_{P,G} = \frac{Cov_{P,G}}{\sigma_G^2} \quad (130) \quad \beta_{P,S} = \frac{Cov_{P,S}}{\sigma_S^2} \quad (134)$$

$$\beta_{P,J} = \frac{Cov_{P,J}}{\sigma_J^2} \quad (131) \quad \beta_{P,Q} = \frac{Cov_{P,Q}}{\sigma_Q^2} \quad (135)$$

$$\beta_{P,N} = \frac{Cov_{P,N}}{\sigma_N^2} \quad (132) \quad \beta_{P,R} = \frac{Cov_{P,R}}{\sigma_R^2} \quad (136)$$

где $\beta_{P,I}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу готовящих целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{P,G}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{P,J}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{P,N}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу целевых профессий с ВО; $\beta_{P,M}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу вакансий по целевым профессиям с ВО; $\beta_{P,S}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{P,Q}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; $\beta_{P,R}$ – чувствительность средней численности целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Кроме того, определим чувствительность среднего уровня результата, помня об упомянутом ранее способе избежать двойных вычислений, под

которым здесь понимается средняя численность закрепленных целевых выпускников ВУЗов, к среднему уровню фактора:

$$\beta_{C,I} = \frac{Cov_{C,I}}{\sigma_I^2} \quad (137) \quad \beta_{C,M} = \frac{Cov_{C,M}}{\sigma_M^2} \quad (141)$$

$$\beta_{C,G} = \frac{Cov_{C,G}}{\sigma_G^2} \quad (138) \quad \beta_{C,S} = \frac{Cov_{C,S}}{\sigma_S^2} \quad (142)$$

$$\beta_{C,J} = \frac{Cov_{C,J}}{\sigma_J^2} \quad (139) \quad \beta_{C,Q} = \frac{Cov_{C,Q}}{\sigma_Q^2} \quad (143)$$

$$\beta_{C,N} = \frac{Cov_{C,N}}{\sigma_N^2} \quad (140) \quad \beta_{C,R} = \frac{Cov_{C,R}}{\sigma_R^2} \quad (144)$$

где $\beta_{C,I}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу готовящих целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{C,G}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{C,J}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{C,N}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу целевых профессий с ВО; $\beta_{C,M}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу вакансий по целевым профессиям с ВО; $\beta_{C,S}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{C,Q}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; $\beta_{C,R}$ – чувствительность средней численности закрепленных целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Затем определим чувствительность среднего уровня результата, помня об упомянутом ранее способе избежать двойных вычислений, под которым здесь понимается средний срок испытания целевых выпускников ВУЗов, к среднему уровню фактора:

$$\beta_{T,I} = \frac{Cov_{T,I}}{\sigma_I^2} \quad (145) \quad \beta_{T,M} = \frac{Cov_{T,M}}{\sigma_M^2} \quad (149)$$

$$\beta_{T,G} = \frac{Cov_{T,G}}{\sigma_G^2} \quad (146) \quad \beta_{T,S} = \frac{Cov_{T,S}}{\sigma_S^2} \quad (150)$$

$$\beta_{T,J} = \frac{Cov_{T,J}}{\sigma_J^2} \quad (147) \quad \beta_{T,Q} = \frac{Cov_{T,Q}}{\sigma_Q^2} \quad (151)$$

$$\beta_{T,N} = \frac{Cov_{T,N}}{\sigma_N^2} \quad (148) \quad \beta_{T,R} = \frac{Cov_{T,R}}{\sigma_R^2} \quad (152)$$

где $\beta_{T,I}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу готовящих целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{T,G}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{T,J}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{T,N}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу целевых профессий с ВО; $\beta_{T,M}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу вакансий по целевым профессиям с ВО; $\beta_{T,S}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; $\beta_{T,Q}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; $\beta_{T,R}$ – чувствительность среднего срока испытания целевых выпускников ВУЗов к среднему числу применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия.

Наконец, определим значение результата при нулевой величине влияющих на него факторов:

$$A_P = \mu_P \cdot \left(\beta_{P,I} \cdot \mu_I + \beta_{P,G} \cdot \mu_G + \beta_{P,J} \cdot \mu_J + \beta_{P,N} \cdot \mu_N + \beta_{P,M} \cdot \mu_M + \beta_{P,S} \cdot \mu_S + \beta_{P,Q} \cdot \mu_Q + \beta_{P,R} \cdot \mu_R \right) \quad (153)$$

$$A_C = \mu_C \cdot \left(\beta_{C,I} \cdot \mu_I + \beta_{C,G} \cdot \mu_G + \beta_{C,J} \cdot \mu_J + \beta_{C,N} \cdot \mu_N + \beta_{C,M} \cdot \mu_M + \beta_{C,S} \cdot \mu_S + \beta_{C,Q} \cdot \mu_Q + \beta_{C,R} \cdot \mu_R \right) \quad (154)$$

$$A_T = \mu_T \cdot \left(\beta_{T,I} \cdot \mu_I + \beta_{T,G} \cdot \mu_G + \beta_{T,J} \cdot \mu_J + \beta_{T,N} \cdot \mu_N + \beta_{T,M} \cdot \mu_M + \beta_{T,S} \cdot \mu_S + \beta_{T,Q} \cdot \mu_Q + \beta_{T,R} \cdot \mu_R \right) \quad (155)$$

где A_P – численность целевых выпускников ВУЗов при нулевой величине влияющих факторов; A_C – численность закрепленных целевых выпускников ВУЗов при нулевой величине влияющих факторов; A_T – срок испытания целевых выпускников ВУЗов при нулевой величине влияющих факторов.

На этом оценка констант завершается. Соответственно, перейдем к формулированию частных эволюционных факторных моделей в условиях возможных ограничений.

Итак, если принять во внимание единство факторов, применяемых в каждой частной эволюционной факторной модели формирования результата, то на числовые значения факторов будет уместно наложить общие ограничения. Для этого может быть использована группа неравенств (156):

1)	<i>min</i>	≤	<i>I</i>	≤	<i>max</i>	(156)
2)	<i>min</i>	≤	<i>G</i>	≤	<i>max</i>	
3)	<i>min</i>	≤	<i>J</i>	≤	<i>max</i>	
4)	<i>min</i>	≤	<i>N</i>	≤	<i>max</i>	
5)	<i>min</i>	≤	<i>M</i>	≤	<i>max</i>	
6)	<i>min</i>	≤	<i>S</i>	≤	<i>max</i>	
7)	<i>min</i>	≤	<i>Q</i>	≤	<i>max</i>	
8)	<i>min</i>	≤	<i>R</i>	≤	<i>max</i>	

где *I* – плановое/требуемое число готовящих целевых выпускников ВУЗов; *G* – плановое/требуемое число кафедр, руководящих программами подготовки целевых выпускников ВУЗов; *J* – плановое/требуемое число программ подготовки целевых выпускников ВУЗов; *N* – плановое/требуемое число целевых профессий с ВО; *M* – плановое/требуемое число вакансий по целевым профессиям с ВО; *S* – плановое/требуемое число применяемых методов оценки при отборе целевых выпускников ВУЗов; *Q* – плановое/требуемое число применяемых при обучении методов взаимодействия с целевыми выпускниками ВУЗов; *R* – плановое/требуемое число применяемых мероприятий по привлечению целевых выпускников ВУЗов на предприятия; *min* – наименьшая величина; *max* – наибольшая величина.

Теперь с учетом ограничением (158) зафиксируем облик частной эволюционной с ненулевым уровнем надежности факторной модели оценки результата, под которым здесь понимается предполагаемая/требуемая численность целевых выпускников ВУЗов:

$$P = A_P + \left(\begin{matrix} \beta_{P,I} \cdot I + \beta_{P,G} \cdot G + \beta_{P,J} \cdot J + \beta_{P,N} \cdot N + \\ + \beta_{P,M} \cdot M + \beta_{P,S} \cdot S + \beta_{P,Q} \cdot Q + \beta_{P,R} \cdot R \end{matrix} \right) \quad (157)$$

$$\min \leq P \leq M \quad (158)$$

где *P* – предполагаемая/требуемая численность целевых выпускников ВУЗов.

Далее с учетом ограничением (158) зафиксируем облик частной эволюционной с ненулевым уровнем надежности факторной модели оценки результата, под которым здесь понимается предполагаемая/требуемая численность закрепленных целевых выпускников ВУЗов:

$$C = A_C + \left(\begin{matrix} \beta_{C,I} \cdot I + \beta_{C,G} \cdot G + \beta_{C,J} \cdot J + \beta_{C,N} \cdot N + \\ + \beta_{C,M} \cdot M + \beta_{C,S} \cdot S + \beta_{C,Q} \cdot Q + \beta_{C,R} \cdot R \end{matrix} \right) \quad (159)$$

$$\min \leq C \leq P \quad (160)$$

где *C* – предполагаемая/требуемая численность закрепленных целевых выпускников ВУЗов.

Наконец, с учетом ограничением (158) зафиксируем облик частной эволюционной с ненулевым уровнем надежности факторной модели оценки результата, под которым здесь понимается предполагаемый/требуемый срок испытания целевых выпускников ВУЗов:

$$T = A_T + \left(\begin{matrix} \beta_{T,I} \cdot I + \beta_{T,G} \cdot G + \beta_{T,J} \cdot J + \beta_{T,N} \cdot N + \\ + \beta_{T,M} \cdot M + \beta_{T,S} \cdot S + \beta_{T,Q} \cdot Q + \beta_{T,R} \cdot R \end{matrix} \right) \quad (161)$$

$$\min \leq T \leq \max \quad (162)$$

где T – предполагаемый/требуемый срок испытания целевых выпускников ВУЗов.

На этом процесс проектирования частных эволюционных с ненулевым уровнем надежности факторных моделей оценки результата следует считать теоретически завершенным. Соответственно, требуется эмпирическая проверка разработанного подхода, которая позволит сделать окончательные выводы о его состоятельности и при необходимости откорректировать.

Было бы уместно указать отдельные варианты применения разработанного подхода. Во-первых, если аннулировать отдельную строку или сочетание строк в группе неравенств (156), то станет понятно, как могли бы сформироваться отражаемые в моделях (157), (159), (161) предполагаемые/требуемые результаты без воздействия влияющих на них аннулированных факторов. Допустим, при аннулировании строк 1, 2, 4, 5 в группе неравенств (156) раскрывается потенциальный вклад в предполагаемые/требуемые результаты методической составляющей. Наоборот, при аннулировании строк 3, 6-8 в группе неравенств (156) раскрывается потенциальный вклад в предполагаемые/требуемые результаты структурной составляющей. Во-вторых, если обойтись без аннулирования строк в группе неравенств (156), то станет понятно, как мог бы сформироваться отражаемый в выражениях (157), (159), (161) предполагаемый/требуемый результат в условиях взаимодействия всех влияющих на него факторов. Причем это можно наблюдать в рамках как всей совокупности готовящихся целевых выпускников ВУЗов, когда используются плановые/требуемые данные по всей совокупности готовящихся целевых выпускников ВУЗов, так и отдельного ВУЗа, когда используются плановые/требуемые данные только по отдельному ВУЗу.

Нельзя не принять во внимание сложности не только с доступностью исходных данных, но и с их наличием/учетом. Если исходные данные должны накапливаться, то данный процесс требуется начать в рамках, скорее всего, здесь уместно предложить название, например, государственной информационной системы мониторинга и регулирования целевой подготовки (сокращенно – ГИС МиРЦП), участие в которой должно быть доступным/обязательным для ВУЗов, государственных органов/регуляторов, причем потенциально, хотя это не является очевидным, но требующим обсуждения, и для работодателей. Понятно, что раскрытию и развитию темы ГИС МиРЦП должно быть посвящено, как минимум, отдельное исследование, а проводимое будем считать завершенным.

Подводя окончательные итоги, отметим, что по-прежнему видится субъективным наличие причинно-следственной связи между факторами и результатом, однако проблема преодолевается за счет выявления между ними корреляции (статистической связи) и подтверждения ее неслучайного характера. Решение также видится и в возможности предпринимать замену влияющих на результат факторов. Это придает относительную надежность спроектированным эволюционным факторным моделям. Кроме того, необходимо сформировать статистические данные для проведения

экспериментальной проверки представленной разработки, что является перспективной задачей, выполнение которой даст окончательный ответ о состоятельности результатов проведенного исследования, которое на данном этапе (очевидно, промежуточном) можно считать завершенным.

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 (191023, г. Санкт-Петербург, ул. Садовая, д. 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» (105120, г. Москва, Гжельский п-к, 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 (191023, г. Санкт-Петербург, ул. 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 (196605, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское ш., 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 II)

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

¹ Saint-Petersburg State Economic University, Saint-Petersburg

² Charitable Foundation «Reliable Change», Moscow

³ Leningrad State University Named after A.S. Pushkin, 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 (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» (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 (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 (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 20.11.2024 г.

Статья подписана в печать 16.12.2024 г.