

© В.О. Евсеев

Научная статья

УДК 338.24.01

DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2023.4.33>

УПРАВЛЕНЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ КАК РЕГУЛЯТОР ХАРАКТЕРА ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ЭКОСИСТЕМЕ

В.О. Евсеев

Евсеев Вадим Олегович,

доктор экономических наук, профессор,
Российская академия народного хозяйства и
государственной службы при Президенте
Российской Федерации; профессор, Российский
экономический университет им. Г.В. Плеханова,
Москва, Россия.

РИНЦ SPIN-код: 3997-1213

ORCID iD: 0000-0003-1270-6222

manrus@mail.ru

Аннотация. *Представление проблемы.* Первая цель данной работы - на примере международной статистики показать зависимость между коэффициентом естественного прироста населения (КЕП) и следующими показателями: эффективностью государственного управления и эффективностью экологической политики. Вторая цель работы - построить имитационную модель, включающую три основных фактора, влияющих на изменение численности населения- загрязнение окружающей среды, плотности населения управляющими решениями. Третья цель – на основе имитационной статистики построить регрессионное уравнение для вычисления корректирующего коэффициента численности населения. *Методология.* Применялись методы корреляционно- регрессионного анализа, методы имитационного моделирования, методы системного анализа, методы вычислительной математики, методы логико-структурного анализа, методы графического и табличного анализа. *Результаты.* Получены регрессионные уравнения между эффективностью государственного управления и естественным приростом населения, также получены уравнения с численностью банкротства предприятий. Зависимость между эффективностью экологической политикой и КЕП населения носит сложный и нелинейный характер, что объясняется как этапами развития рассматриваемых государств, так и отношением к экологической политике. Построена имитационная модель экосистемы и проведены эксперименты на ней, результаты представлены в виде соответствующих графиков. По полученным экспериментальным данным разработана регрессионно-корреляционная зависимость между корректирующим коэффициентом численности населения и факторами, вошедшими в модель экосистемы. *Выводы.* Основной вывод заключается в том, что управляющие решения, в известном смысле, должны рассматриваться как самостоятельные популяции, должны быть цифровые модели этих популяций, чтобы определять условия их позитивных или негативных воздействий на остальные элементы экосистемы.

Ключевые слова: имитационное моделирование, экосистема, популяции, коэффициент естественного прироста, управляющие решения, эффективность государственного управления, модельные эксперименты, формула корректирующего коэффициента изменения численности населения, Excel.

Библиографическая ссылка: Евсеев В.О. Управленческое решение как регулятор характера взаимодействий в экосистеме // ЦИТИСЭ. 2023. № 4. С. 355-366. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2023.4.33>

Research Full Article

UDC 338.24.01

MANAGERIAL DECISION AS A REGULATOR OF CHARACTER INTERACTIONS IN THE ECOSYSTEM

V.O. Evseev

Vadim O. Evseev,

Doctor of Economic Sciences, Professor of RANEPА; Professor of Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation.

ORCID iD: 0000-0003-1270-6222

manrus@mail.ru

Abstract. *Representation of the problem.* The first goal of this work is to show the relationship between the coefficient of natural population growth (CAP) and the following indicators on the example of international statistics: the effectiveness of public administration and the effectiveness of environmental policy. The second goal of the work is to build a simulation model that includes three main factors affecting the change in population size - environmental pollution, population density by control solutions. The third goal is to build a regression equation based on simulation statistics to calculate the population correction factor. *Methodology.* Methods of correlation and regression analysis, methods of simulation modeling, methods of system analysis, methods of computational mathematics, methods of logico-structural analysis, methods of graphical and tabular analysis were used. *Results.* Regression equations between the efficiency of public administration and natural population growth were obtained, and equations with the number of bankrupt enterprises were also obtained. The relationship between the effectiveness of environmental policy and the population's CEP is complex and nonlinear, which is explained both by the stages of development of the states under consideration and by the attitude to environmental policy. A simulation model of the ecosystem was built and experiments were carried out on it, the results are presented in the form of corresponding graphs. Based on the experimental data obtained, a regression-correlation relationship was developed between the population correction factor and the factors included in the ecosystem model. *Conclusions.* The main conclusion is that control decisions, in a certain sense, should be considered as independent populations, there should

be digital models of these populations in order to determine the conditions of their positive or negative impact on the remaining elements of the ecosystem

Keywords: *simulation modeling, ecosystem, population, natural growth rate, management decisions, public administration efficiency, model experiments, formula of the population change correction factor, Excel.*

For citation: *Evseev V.O. Managerial decision as a regulator of character interactions in the ecosystem. CITISE, 2023, no. 4, pp. 355-366. DOI: <http://doi.org/10.15350/2409-7616.2023.4.33>*

Представление.

Знаменитая фраза: «Казнить нельзя помиловать» как нельзя лучше говорит о роли управленческих решений в сложных общественно-политических и социально-экономических процессах, которые в настоящее время являются составной частью экологических систем. Экосистема выработала профессиональные понятия и категории, которые вошли и прижились, в т.ч. в гуманитарных науках: «модель жертва-хищник», «ареал обитания», «популяция», «коэффициент естественного прироста» и т.п. По мере расширения представлений о взаимосвязях окружающих нас предметов/сущностей увеличивалось количество факторов, входящих в новую научную дисциплину – моделирование экосистем.

Все факторы, рассматриваемые в экомоделях, взаимодействуют в рамках закона «количественно-качественных переходов», «закона необходимых дополнений», «закона единства и борьбы противоположностей», «закона контроля и захвата ресурсов жизнеобеспечения», «закона борьбы за рост своей популяции», «закона категориальных противоположностей», «закон обратной связи», «закона баланса потребностей», «закона четырёх мерного пространства», «закона управляющей и управляемой системы», «закона смены идеологий управления» и т.п.

Природные факторы: вода, воздух, земля – могут оказывать позитивные или негативные воздействия на коэффициент естественного прироста населения. Такое же воздействие на коэффициент естественного прироста оказывают инфраструктурные факторы: заводы, транспортные артерии, СМИ, сельскохозяйственные угодья и т.д. Такое же воздействие оказывают управляющие решения, институциональные или не институциональные, облеченные в нормативно-законодательные акты.

Россия является одной из богатейших стран мира, в которой на её ресурсной базе могут спокойно жить более 500 млн человек. Однако, численность населения уменьшается, в том числе из-за управляющих решений [2], которые реализуются в категориях «хищник-жертва». В рассматриваемой ситуации для управляющих решения должна быть разработана новая математическая популяционная модель.

Все факторы, рассматриваемы в моделях экосистем, связаны с изучением причинно-следственных связей [1, 3, 4], влияющих на коэффициент естественного прироста популяций любой природы, с изучением процессов их конфликтных взаимоотношений и выявлением условий их взаимного баланса интересов.

Также модели экосистем используются при разработке планов развития территорий [5, 6, 7, 9, 12], т.е. проводится пространственное моделирование ситуаций и ожидаемых последствий при внесении изменений в существующую и устоявшуюся систему жизнеобеспечения.

Рассмотрим исследования подтверждающие, что управляющие решения должен рассматриваться как новый популяционный элемент экосистемы.

Методология.

Информационной базой исследования являются мировые индексы, в которых отражены показатели естественного прироста населения, эффективности государственного управления и другие рейтинговые показатели. Также исходной информацией является статистика, полученная в результате проведения имитационных экспериментов на построенной имитационной модели экосистемы.

Методы, используемые при исследовании, включали методы системного анализа, сравнительного анализа, корреляционного анализа, имитационного моделирования, методы вычислительной математики, проведение экспериментов на разработанной модели экосистемы.

Результаты.

Для дальнейшего сопоставительного анализа рассмотрим характеристики, присущие любой популяции, которые имеют форму и содержание и которые включают: ареал обитания, ресурсную основу жизнеобеспечения, время жизни, целевое поведение, наличие врагов, методы воздействия - от обороны до нападения, свойства адаптации, которые имеют свой собственный коэффициент естественного прироста и влияют на естественный прирост связанных с этой популяцией других популяций. Необходимо отметить, что всеми этими свойствами обладают управленческие решения, которые сегодня исходят от людей, а завтра будут исходить от искусственного интеллекта (пример тому, игра в шахматы с компьютером).

Управленческие решения как рассматриваемая популяция реализуются в системе управления сложными экосистемами, поэтому рассмотрим несколько полученных зависимостей, где показано их влияние на человеческую популяцию: коэффициент естественного прироста населения.

Рассмотрим влияние индекса эффективности государственного управления на коэффициент естественного прироста по странам мира (рис. 1) и банкротства предприятий (рис. 2). Значение индекса эффективного управления базируется на значениях его составляющих: 1. Учёт мнения населения и подотчётность государственных органов; 2. Политическая стабильность и отсутствие насилия; 3. Эффективность работы правительства; 4. Качество законодательства; 5. Верховенство закона; 6. Сдерживание коррупции. Как видно из Рисунка 1, управляющие решения обладают свойствами понижения и повышения коэффициента естественного прироста населения.

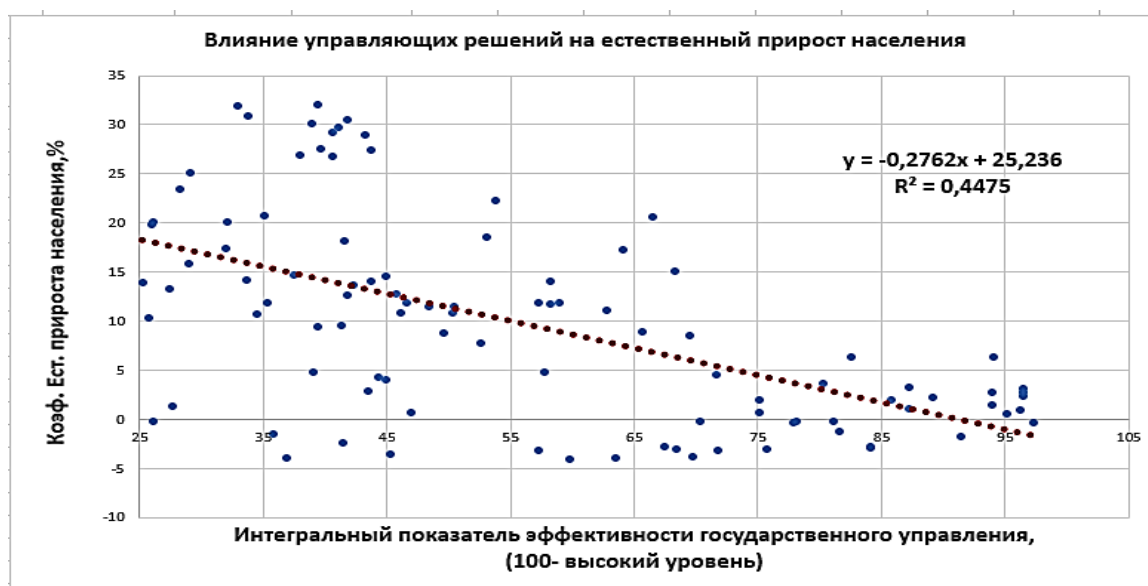


Рисунок 1 - Влияние управляющих решений на коэффициент естественного прироста населения

Как видно из представленных тенденций (рис.1-4), государственные решения направлены на сдерживание роста населения. Это можно объяснить высокой плотностью населения в Европе и Индо-Китае, а также несоответствием между высокими темпами прироста населения и невысокими темпами создания рабочих мест в Центральной Азии.

Для России эта проблема, как говорится, «с обратным знаком», т.е. в России необходим естественный прирост коренного населения. Это обусловлено геополитическими задачами, которые ей предстоит решать в недалёком будущем: заселение своей территории в приграничных регионах; в рамках стратегии суверенного развития подготовка молодёжных кадров для развивающейся экономики; увеличение численности профессиональной армии; работа молодых специалистов в дружественных странах.

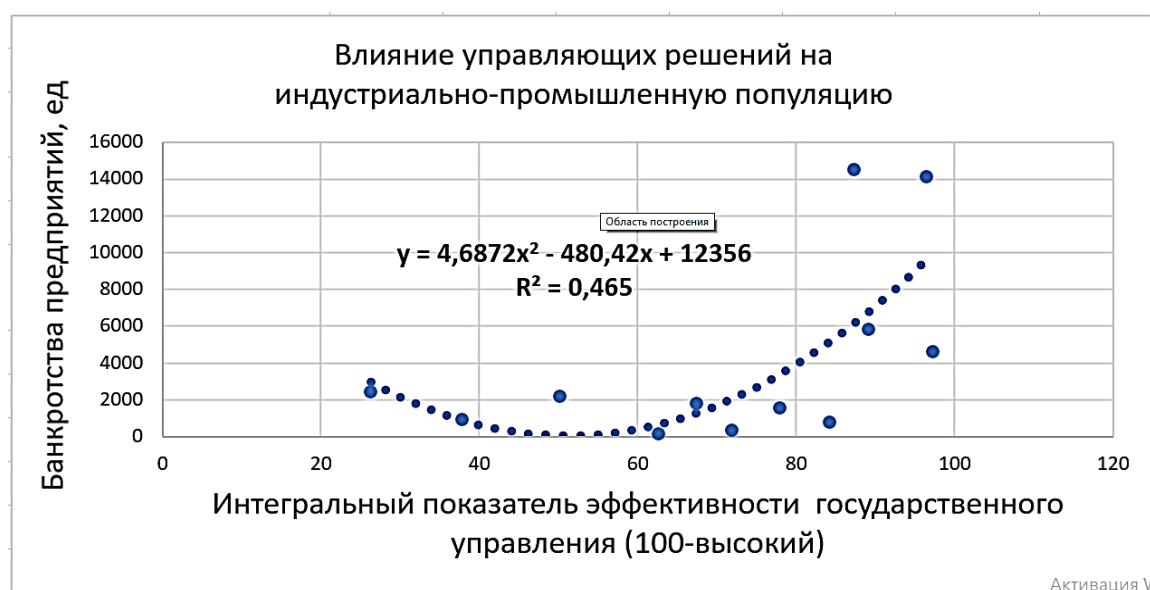


Рисунок 2 - Влияние управляющих решений на численность обанкротившихся предприятий

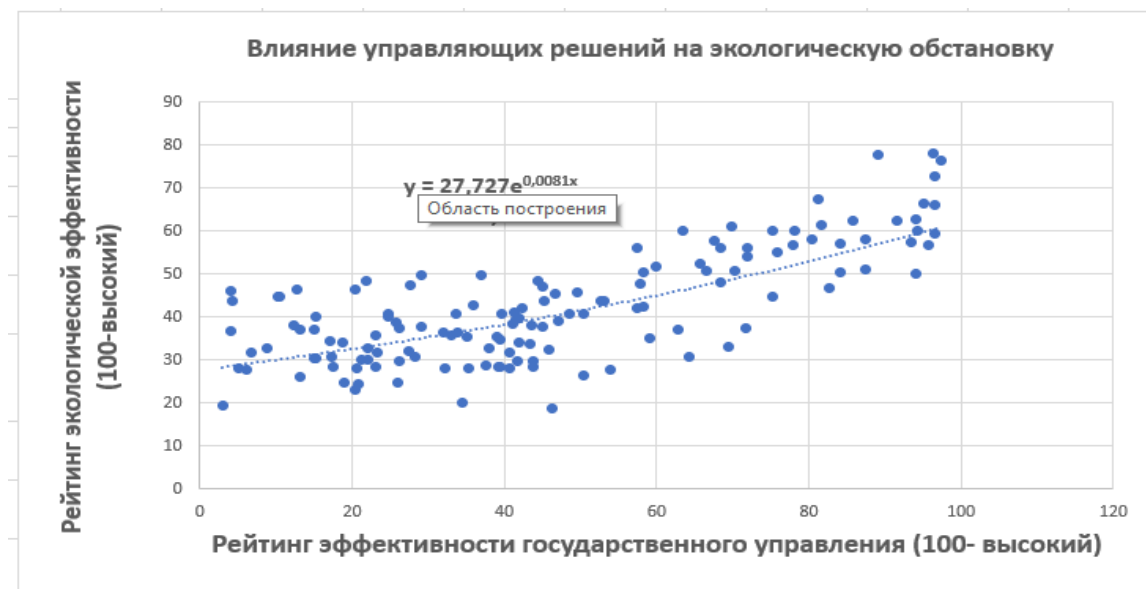
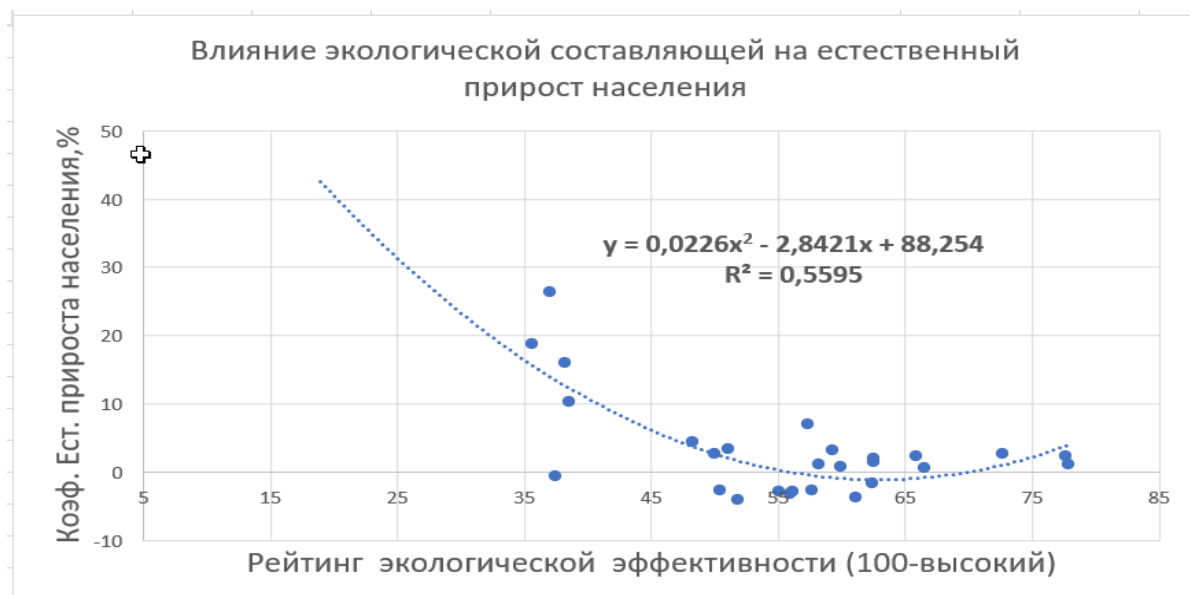


Рисунок 3 - Влияние управляющих решений на рейтинг экологической эффективности**Рисунок 4** - Влияние экологических показателей на коэффициент естественного прироста Населения

Первый вице-премьер Андрей Белоусов в ходе марафона "Знание" выступил с программной речью, назвав главную цель экономической политики правительства России: это достижение экономического суверенитета. Для этого необходимо решить семь задач¹: 1. Наличие собственных ресурсов для развития (образование, наука, технологии); 2. Самообеспечение ключевыми ресурсами (продовольствие, энергетика, сырье), эффективное производство; 3. Современная инфраструктура (транспортная, цифровая, финансовая); 4. Эффективные институты (законы, правила, механизмы); 5. Устойчивость позиции в глобальной экономике; 6. Макроэкономическая устойчивость; 7. Устойчивое социальное развитие.

На представленных рисунках можно увидеть несколько характерных мировых глобальных тенденций и этапов между управляющими решениями и приростом населения: первый этап - достаточно высокий прирост населения при недостаточном присутствии и воздействии управленческих решений (от 20 до 40 – по рейтингу); второй этап – отрицательный прирост населения при управленческих решениях (от 40 до 80); третий этап – начало роста населения при управленческих решениях свыше 80 – по рейтингу эффективности государственного управления. Основой устойчивого прироста населения России, будет реализация семи пунктов, озвученных Первым вице-премьером А. Белоусовым.

Для понимания сложности и многовариантности возможных воздействий управленческих решений, связанных с естественным приростом населения, построим имитационную модель экосистемы.

Входной информацией в модели является время моделирования, первоначальная численность населения, показатели загрязнения окружающей среды от деятельности населения, территория проживания населения и управляющие воздействия по изменению характеристик/параметров взаимодействия элементов моделируемой экосистемы.

¹ https://dzen.ru/a/ZUj8auL0CB6pV_Xc?referrerclid=3000&from_site=mail

В модели присутствует система уравнений влияния на коэффициент естественного прироста населения со стороны уровня загрязнения, плотности населения и качества управленческих решений (все перечисленные уравнения получены на основе официальной статистики).

Также в модели существуют регулирующие показатели, которые можно изменять по этапам моделирования и формируя таким образом те или иные стратегии развития ситуации: 1) улучшение или ухудшение уровня загрязнения, связанного с физическим и моральным износом очистного оборудования и технологий, или наоборот – применение инновационных технологий, уменьшающих уровень загрязнения окружающей среды; 2) изменение плотности населения на территории по причинам отторжения территорий и за счет миграционного притока или наоборот - увеличение площади проживания населения; 3) изменение периодичности воздействия со стороны управляющих решений.

Модель автоматически, за счет итераций, выходит на устойчивый баланс взаимоотношений между популяцией населения, загрязнением окружающей среды и управляющими решениями. На рисунке 5 приведены графики сходимости к устойчивому взаимодействию между численностью человеческой популяцией и уровнем загрязнения окружающей среды при различных вариантах эффективности очистных и восстановительных технологий.

На графике (рис. 5) с меткой «Износ» (серая линия) реализована стратегия периодического физического или морального износа оборудования с последующим восстановлением и улучшением его очистных характеристик, что сначала приводит к спаду, а потом к росту населения.

Построенная модель была разработана с учетом проведения экспериментов и фиксации результатов экспериментальной статистики и её последующим анализом [8, 16, 17].

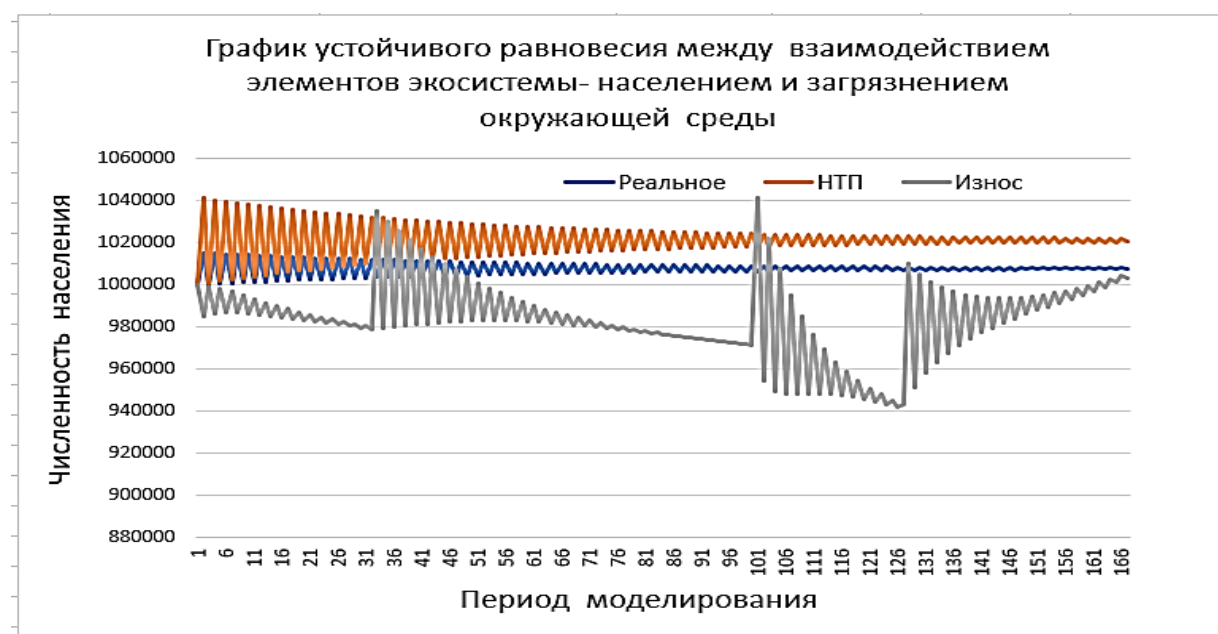


Рисунок 5 - Вариативные сценарии баланса взаимодействия популяций

Первый вид экспериментов связан с управляющими решениями и предназначен для изучения влияния увеличения шага между амплитудными характеристиками - затягиванием решений на изменения темпов сходимости (рис. 6).



Рисунок 6 - Влияние управляющих решений на сходимость к устойчивому равновесию между популяциями

Второй вид эксперимента связан с имитационным моделированием для изучения влияния различных сочетаний загрязнения окружающей среды, изменения плотности населения, характеристик управляющих решений на конечный показатель – корректирующий коэффициент к первоначальной численности населения. На основе полученной статистики было построено регрессионное уравнение, которое в системе вычислительного алгоритма можно использовать в режиме калькулятора, когда задаются проценты изменения (+/-) и получаются соответствующие данные корректирующего коэффициента (рис. 7).

ПРОЦЕНТ ИЗМЕНЕНИЯ %%		Загрязнение окружающей среды	Плотность населения	Задержка в решении
Улучшения(+); Ухудшения(-)		20,00	20,00	20,00
Корректирующий коэффициент численности населения =	1,17	$K_k = 1,8 - 0,39 * X_1 - 0,25 * X_2 - 0,15 * X_3$		
	K_k	Корректирующий коэффициент		
	X_1	Загрязнение ЭКО системы		
	X_2	Плотность населения		
	X_3	Задержка в принятии управляющего решения		

Рисунок 7 - Регрессионное уравнение для реализации алгоритма по вычислению корректирующего коэффициента численности населения

На рисунке 7 приведены исходные данные в виде процентов позитивных изменений, при которых значение корректирующего коэффициента равняется 1,17, т.е. численность

населения увеличится на 17%. А те же самые проценты со знаком минус (ухудшение) дадут корректирующему коэффициенту значение равное 0,85, т.е. население уменьшится на 15%.

Необходимо отметить, что регрессионное уравнение построено на основе данных, полученных в результате проведения имитационных экспериментов, хотя отражает реальную тенденцию, тем не менее носит концептуальный характер.

В заключение можно констатировать, что все факторы, которые рассматриваются в экосистеме, носят все признаки основного закона популяции: сами обладают популяционными характеристиками и влияют на коэффициент естественного прироста у других факторов, которые в контуре экосистемы можно рассматривать как своего рода популяции. Это также относится к управляющим решениям, которые имеют количественно-качественные характеристики и обладают или положительными, или отрицательными селекционными характеристиками

Выводы и рекомендации.

1. Как видно из выше полученных зависимостей, международный рейтинг эффективности государственного управления тесно связан с уменьшением коэффициента естественного прироста населения. Это объясняется высокой плотностью населения в Европе и Индо-Китае, а также несоответствием между высокими темпами прироста населения и невысокими темпами создания рабочих мест в Центральной Азии.

2. Для России эта тенденция ошибочна, управляющие решения, приводящие к снижению численности населения России, следует переформатировать и избавить их составляющие от факторов, способствующих отрицательной селекции населения.

3. Цифровая экономика предполагает для обоснования принимаемых управленческих решений изучение последствий от принимаемых решений на цифровых моделях управляемого объекта, а это говорит о необходимости строить цифровые модели взаимодействия элементов, входящих в экосистему.

4. Управляющие решения обладают всеми популяционными признаками и должны иметь собственные цифровые популяционные модели развития, на которых можно моделировать условия, при которых была бы видна направленность их воздействия на остальные элементы экосистемы: со знаком плюс или со знаком минус.

5. Людей, не умеющих работать с государственными управляющими решениями, нельзя допускать в систему государственного управления, точно также, как не допускают к работе водителей, пилотов, если они в тестовом режиме ошибаются в управлении своих объектов.

Список источников:

1. Авдеев Ю.М., Филипова Е.Е. Использование методов математического моделирования при исследовании биологических объектов // Постулат. 2018. № 10(36). С. 11. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36734492>

2. Баклушинский В.В. Теоретические аспекты принятия решений в условиях риска и неопределенности // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2016. № 9. С. 261-266. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26674797>

3. Белотелов Н.В. О возможных направлениях развития математической экологии // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2018. Т. 3, № 4. С. 1-10. EDN: [VPVDOU](https://elibrary.ru/item.asp?id=26674797), DOI: [10.21685/2500-0578-2018-4-1](https://doi.org/10.21685/2500-0578-2018-4-1)

4. Вакушин А.А., Клебанов Б.И. Сравнительный анализ пакетов MATLAB.STATEFLOW / SIMULINK И ANYDYNAMICS для построения имитационных моделей социальных систем // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 7. С. 18-23. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46410744>

5. Коряков А.Е., Шишкина А.А., Шишкина П.А. Математическое моделирование экосистем: уравнения и проблемы // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2019. № 9. С. 355-358. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41562081>
6. Ланкин Ю.П., Басканова Т.Ф., Печуркин Н.С. Моделирование адаптивной самоорганизации экосистем // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. С. 271. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18319170>
7. Мигинский Д.С., Тимонов В.С. Применение сетевых описаний экосистем для автоматизированного построения имитационных моделей // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2012. Т. 10, № 1. С. 55-62. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17560562>
8. Петров Ю.С., Распопов В.Е. Результаты вычислительных экспериментов при математическом моделировании водных экосистем // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2010. № 1(27). С. 29-34. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15204721>
9. Сурков Ф.А. Объяснимый искусственный интеллект: когда и как он победит математическое моделирование в решении практических задач природных экосистем // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. 2022. Т. 1, № 7. С. 76-78. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49856948>
10. Царева М.И., Савина А.Г. Математическое моделирование экосистем // Научные записки ОРЕЛГИЭТ. 2013. № 1(7). С. 322-325. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24068115>
11. Сергиенко О.В. Когнитивное моделирование стратегического устойчивого социально-экономического развития аграрного сектора экономики региона // Наука о человеке: гуманитарные исследования. 2023. Т. 17, № 3. С. 242-250. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54662525>
12. Скоробогатых Е.Ю., Мухина С.Н. Адаптация классических математических моделей экологических процессов к моделированию инновационных экосистем // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки. 2022. № 2(60). С. 156-161. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48753248>
13. Попов Е.В., Симонова В.Л., Челак И.П. Аналитическая модель экосистемы фирмы: сравнение крупных промышленных предприятий России // Journal of Applied Economic Research. 2022. Т. 21, № 4. С. 775-794. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49892258>
14. Иванов А.К. Моделирование пространственного преобразования информационных ресурсов органов управления // Автоматизация процессов управления. 2019. № 4(58). С. 4-21. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41802185>
15. Иванов А.К., Савкин А.Л., Чернышев И.В. Математические модели информационных решений в органах управления // Автоматизация процессов управления. 2021. № 1(63). С. 56-73. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45597539>
16. Каспарсон А.А. Оценка силы воздействия на популяцию со стороны ресурса и хищника: обзор методов // Журнал общей биологии. 2015. Т. 76, № 2. С. 111-125. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23327267>
17. Шульц Д.Н. Поведенческая экономика и динамические модели общего равновесия // Вопросы экономики. 2020. № 1. С. 47-65. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42342331>

References:

1. Avdeev Yu.M., Filipova E.E. The use of mathematical modeling methods in the study of biological objects. *Postulate*, 2018, no. 10 (36), p. 11. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36734492>
2. Baklushinsky V.V. Theoretical aspects of decision-making in conditions of risk and uncertainty. *Bulletin of the Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov*, 2016, no. 9, pp. 261-266. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26674797>
3. Belotelov N.V. On possible directions of development of mathematical ecology. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*, 2018, vol. 3, no. 4, pp. 1-10. (In Russian). EDN: [VPVDOU](https://elibrary.ru/item.asp?id=26674797), DOI: [10.21685/2500-0578-2018-4-1](https://doi.org/10.21685/2500-0578-2018-4-1)
4. Vakushin A.A., Klebanov B.I. Comparative analysis of MATLAB.STATEFLOW / SIMULINK and ANYDYNAMICS packages for building simulation models of social systems. *Modern high-tech technologies*, 2021, no. 7, pp. 18-23. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46410744>
5. Koryakov A.E., Shishkina A.A., Shishkina P.A., Mathematical modeling of ecosystems: equations and problems. *Proceedings of Tula State University. Technical sciences*, 2019, no. 9, pp. 355-358. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=41562081>
6. Lankin Yu.P., Baskanova T.F., Pechurkin N.S. Modeling of adaptive self-organization of ecosystems. *Modern problems of science and education*, 2012, no. 5, pp. 271. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=18319170>
7. Miginsky D.S., Timonov V.S. Application of network descriptions of ecosystems for automated construction of simulation models. *Bulletin of Novosibirsk State University. Series: Information Technology*, 2012, vol. 10, no. 1, pp. 55-62. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17560562>
8. Petrov Yu.S., Raspopov V.E. Results of computational experiments in mathematical modeling of aquatic ecosystems. *Bulletin of the Siberian State Aero-Space University named after academician M.F. Reshetnev*, 2010, no. 1 (27), pp. 29-34. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=15204721>
9. Surkov F.A. Explicable artificial intelligence: when and how it will defeat mathematical modeling in solving practical problems of natural ecosystems. *Ecology. Economy. Computer science. Series: System analysis and modeling of economic and ecological systems*, 2022, vol. 1, no. 7, pp. 76-78. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49856948>
10. Tsareva M.I., Savina A.G. Mathematical modeling of ecosystems. *Scientific Notes of ORELGIET*, 2013, no. 1 (7), pp. 322-325. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24068115>
11. Sergienko O.V. Cognitive modeling of strategic sustainable socio-economic development of the agricultural sector of the region's economy. *The science of man: humanitarian research*, 2023, vol. 17, no. 3, pp. 242-250. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54662525>
12. Skorobogatykh E.Yu., Mukhina S.N. Adaptation of classical mathematical models of ecological processes to modeling of innovative ecosystems. *Proceedings of the Baltic State Academy of Fishing Fleet: psychological and pedagogical sciences*, 2022, no. 2 (60), pp. 156-161. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48753248>
13. Popov E.V., Simonova V.L., Chelak I.P. Analytical model of the firm ecosystem: comparison of large industrial enterprises in Russia. *Journal of Applied Economic Research*, 2022, vol. 21, no. 4, pp. 775-794. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=49892258>
14. Ivanov A.K. Modeling of spatial transformation of information resources of management bodies. *Automation of management processes*, 2019, no. 4 (58), pp. 4-21. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41802185>

15. Ivanov A.K., Savkin A.L., Chernyshev I.V. Mathematical models of information solutions in management bodies. *Automation of management processes*, 2021, no. 1 (63), pp. 56-73. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=45597539>
16. Kasparson A.A. Assessment of the impact on the population by the resource and predator: a review of methods. *Journal of General Biology*, 2015, vol. 76, no. 2, pp. 111-125. (In Russian). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23327267>
17. Shultz D.N. Behavioral economics and dynamic models of general equality. *Economic issues*, 2020, no. 1, pp. 47-65. (In Russian). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42342331>

Submitted: 09 November 2023

Accepted: 09 December 2023

Published: 10 December 2023

