

УДК 004.413

ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ ЗРЕЛОСТИ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА АВТОПРОИЗВОДИТЕЛЯ ПО РАЗВИТИЮ ПРОМСБОРКИ С ПОЗИЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОДУКЦИИ

© 2024 А.С. Клентак¹, В.Н. Козловский¹, В.Н. Пиунов², В.И. Ушаков²

¹ Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

² Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, г. Самара, Россия

Статья поступила в редакцию 02.08.2024

В работе представлены результаты разработки инструментария оценки зрелости решений в системе менеджмента качества автопроизводителя направленные на развитие промсборки с позиции обеспечения конкурентоспособности продукции.

Ключевые слова: конкурентоспособность, качество, автомобильное производство, промсборка.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4-94-104

EDN: DQSFTF

Автопроизводители при принятии решения о запуске нового производственного проекта промсборки в качестве ключевых факторов рассматривают выгодное экономико-географическое положение, развитую транспортно-логистическую инфраструктуру, трудовые ресурсы, образовательную среду и многие другие. Таким образом, оценивается способность, зрелость той или иной территории для решения задач бизнеса.

Выбор территории автопроизводителем или иным производителем сложной технической продукции – это одна задача. Обратная задача находясь на конкретной территории спрогнозировать поведение территории при выполнении задачи качества и повышения ее инновационной и инвестиционной привлекательности.

В эпоху рейтингов нужно использовать их потенциал для аналитики территорий.

Существует целый ряд рейтингов регионального инновационного развития: Рейтинг инновационного развития субъектов РФ (Институт статистических исследований и экономики знаний (ИСИиЭЗ) НИУ Высшая школа экономики), Рейтинг инновационного развития регионов Российской Федерации (ФГБНУ НИИ РИНКЦЭ), Национальный рейтинг научно-технологического развития субъектов Российской Федерации (Министерство науки и высшего образования РФ), Рейтинг инновационных ре-

гионов России (Ассоциация инновационных регионов России (АИРР) и Минэкономразвития РФ) и др. В зависимости от методики составления рейтинга положение в нем регионов может достаточно значительно отличаться друг от друга [1 – 3, 6, 7]. В связи с этим, для аналитики территорий необходимо использовать не один рейтинг, а несколько и проводить корреляцию их друг с другом, что в итоге позволит получить более объективную оценку рассматриваемой территории.

Однако, для использования разных рейтингов для перекрёстного анализа территорий существует ряд проблем, таких как разные методологии их составления, непрозрачность данных методологий, что в конечном итоге не позволяет использовать их на прямую для аналитики исследуемой территории.

На мировом уровне сегодня существует универсальный инструмент - Глобальный инновационный индекс (далее - GII), который отслеживает последние мировые тенденции в области инноваций и ранжирует показатели инновационной экосистемы 132 стран, выделяя при этом сильные и слабые стороны инноваций и конкретные пробелы в показателях инноваций [4, 8 – 10]. В связи с чем, методологию GII в работе будет рассматриваться как «эталон» методологии инновационных рейтингов, таким образом возможно решить проблему использования различных методологий в региональных рейтингах путем приведения их к единому знаменателю через GII.

Кроме того, для решения задачи оценки инновационного потенциала территорий в работе будут использоваться технологии искусственного интеллекта. Инструментарий решения озвученных задач приведен на рисунке 1.

Клентак Анна Сергеевна, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. E-mail: anna_klentak@mail.ru
Козловский Владимир Николаевич, доктор технических наук, профессор. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru
Пиунов Владислав Николаевич, аспирант. E-mail: Taimkraft@mail.ru
Ушаков Виталий Игоревич, студент. E-mail: Z4maduma@yandex.ru



Рисунок 1. Графическая интерпретация инструментария оценки инновационного потенциала территории

В работах [3, 4] подробно проанализирована методология ГИИ, выделены его безусловные преимущества и «узкие» места. ГИИ с 2007 года анализирует инновационные экосистемы (в сумме около 80 показателей) 132 стран мира, тем самым сформировав значительную аналитическую базу в сфере инновационного развития.

Общий рейтинг ГИИ основан на двух субиндексах (рис. 2):

- Субиндекс инновационного вклада: охват пяти составляющих входных данных – ключевых элементов экономик, которые способствуют инновационной деятельности (деловые институты, человеческий капитал и научные исследования, инфраструктура, конъюнктура финансового рынка, сложность ведения бизнеса на той или иной территории).

- Субиндекс результатов инноваций: охват двух составляющих выходных данных – результат инновационной деятельности в экономике (результаты в области знаний и технологий, творческие результаты).

Каждый из пяти входных и двух выходных субиндексов делится на три подиндекса (всего 21 подиндекс).

Безусловным преимуществом ГИИ является анализ влияния ряда факторов на среду формирования инноваций разного рода и результат этого влияния. Однако одним из существенных

недостатков указанного рейтинга является то, что нет оценки взаимного влияния каждого из показателей субиндекса инновационного вклада на показатели субиндекса результатов инноваций [11, 12].

Для определения оценки взаимного влияния каждого из показателей субиндекса инновационного вклада на показатели субиндекса результатов инноваций был проведён регрессионный анализ ГИИ. За основу анализа были взяты данные ГИИ по 132 странам за 2019 – 2022 гг. Анализ и предобработка данных выполнена на языке Python при помощи библиотек «Numpy», «Pandas». Графическое отображение выполнено с использованием библиотек «Matplotlib», «Seaborn».

Во-первых, были смоделированы математические функции зависимостей входных и выходных субиндексов от своих подиндексов (диаграммы рассеивания Исикавы) [13 – 15]. Для примера на рисунке 3 приведены функции зависимости входного субиндекса «Деловые институты» от своих подиндексов «Политическая обстановка», «Нормативно-правовая среда» и «Деловая среда».

На основании характера расположения на координатной плоскости точек были установлены виды функциональных зависимостей входных и выходных субиндексов от собственных

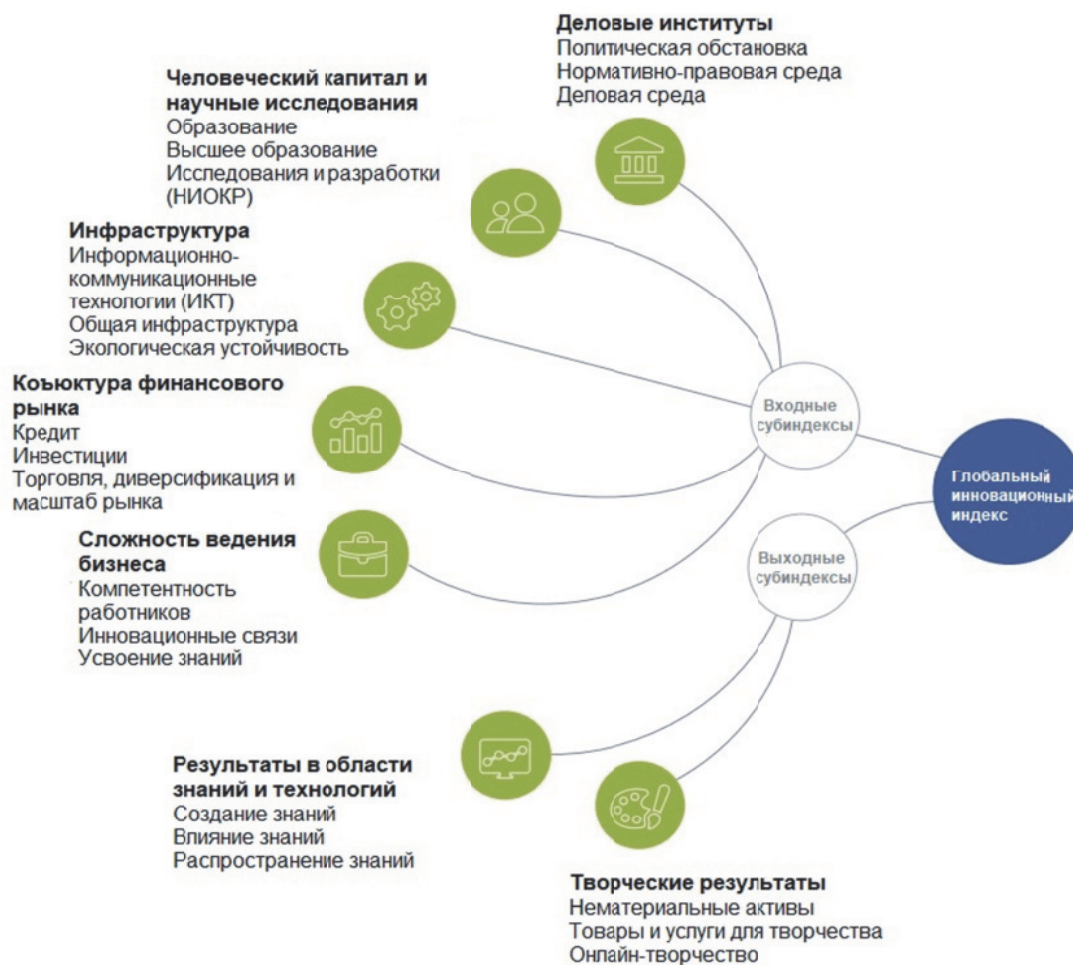


Рисунок 2. Входной и выходной субиндексы Глобального инновационного индекса

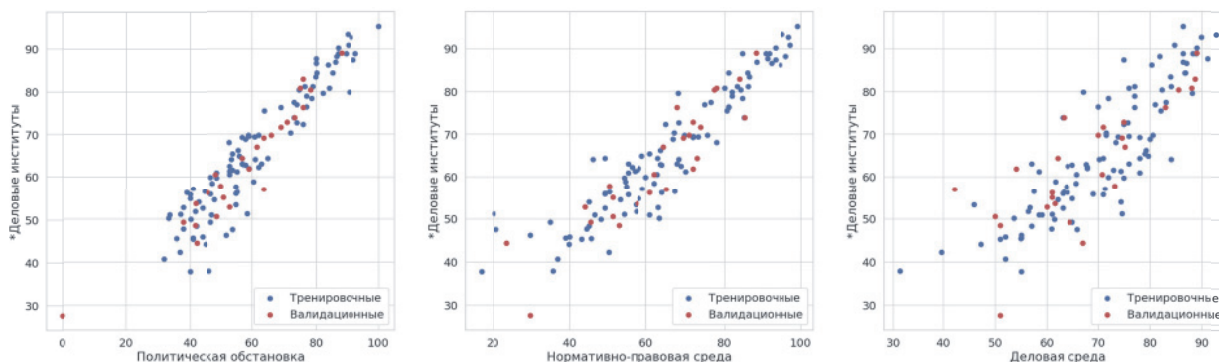


Рисунок 3. Функции зависимости входного субиндекса «Деловые институты»

подиндексов (таблица 1). Здесь необходимо отметить, что во всех рассмотренных зависимостях присутствует высокая степень сходимости. Однако, входной субиндекс «Инфраструктура» имеет высокую сходимость с подиндексом «Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)» и менее выраженную сходимость с подиндексами «Общая инфраструктура» и «Экологическая устойчивость»; входной субиндекс «Конъюнктура финансового рынка» имеет наименее выраженную сходимость со своими подиндексами из всех рассмотренных показателей рейтинга.

Во-вторых, были смоделированы математические функции зависимостей выходных субиндексов от входных подиндексов. Для примера на рисунке 4 приведены функции зависимости выходного субиндекса «Результаты в области знаний и технологий» от входных подиндексов «Компетентность работников», «Инновационные связи», «Усвоение знаний».

На основании характера расположения на координатной плоскости точек были установлены виды функциональных зависимостей выходных субиндексов от входных подиндексов (таблица 2). Здесь необходимо отметить, что

Таблица 1. Виды функциональных зависимостей входных и выходных субиндексов от подиндексов

Входные субиндексы		Выходные субиндексы	
<i>Деловые институты</i>		<i>Результаты в области знаний и технологий</i>	
Политическая обстановка	$y=ax+b$	Создание знаний	$y=alnx+b$
Нормативно-правовая среда		Влияние знаний	$y=axb$
Деловая среда		Распространение знаний	$y=alnx+b$
<i>Человеческий капитал и научные исследования</i>		<i>Творческие результаты</i>	
Образование	$y=axb$	Нематериальные активы	$y=ax+b$
Высшее образование		Товары и услуги для творчества	
Исследования и разработки (НИОКР)	$y=alnx+b$	Онлайн-творчество	
<i>Инфраструктура</i>			
Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)	$y=ax+b$		
Общая инфраструктура			
Экологическая устойчивость			
<i>Конъюнктура финансового рынка</i>			
Кредит	$y=ax^b$		
Инвестиции			
Торговля, диверсификация и масштаб рынка			
<i>Сложность ведения бизнеса</i>			
Компетентность работников	$y=ax+b$		
Инновационные связи			
Усвоение знаний			

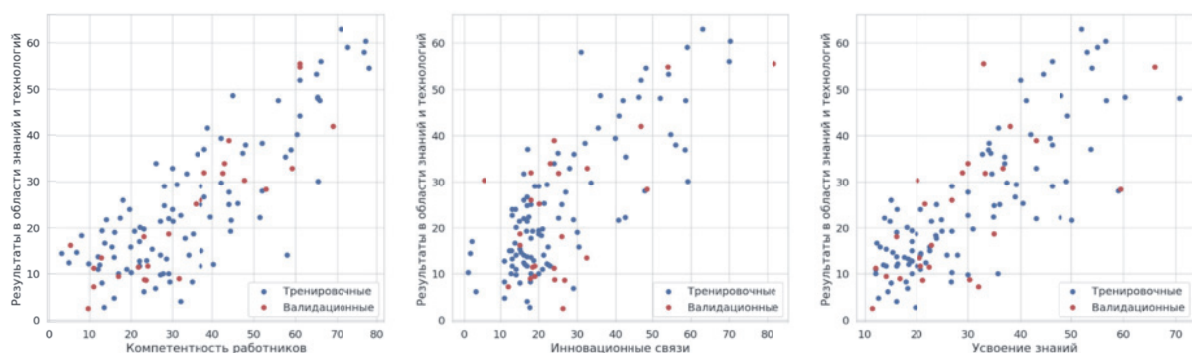


Рисунок 4. Функции зависимости выходного субиндекса «Результаты в области знаний и технологий» от входных подиндексов «Компетентность работников», «Инновационные связи», «Усвоение знаний»

наиболее высокая степень сходимости обоих субиндексов с входными подиндексами: «Политическая обстановка», «Исследования и разработки (НИОКР)», «Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)», «Компетентность работников» и «Инновационные связи». В та-

блице 2 знак «-» означает отсутствие или низкий уровень связи между рассматриваемыми показателями.

В-третьих, были смоделированы математические функции зависимостей выходных субиндексов от входных субиндексов. На рисунке

Таблица 2. Виды функциональных зависимостей выходных субиндексов от входных подиндексов

	Результаты в области знаний и технологий	Творческие результаты
Деловые институты		
Политическая обстановка	$y=ax+b$	
Нормативно-правовая среда	$y=ax^b$	
Деловая среда	$y=ax^b$	-
Человеческий капитал и научные исследования		
Образование	$y=ax^b$	
Высшее образование		
Исследования и разработки (НИОКР)		
Инфраструктура		
Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)	$y=ax^b$	
Общая инфраструктура	$y=ax+b$	-
Экологическая устойчивость	-	-
Конъюнктура финансового рынка		
Кредит	-	-
Инвестиции	-	-
Торговля, диверсификация и масштаб рынка	$y=ax^b$	
Сложность ведения бизнеса		
Компетентность работников	$y=ax+b$	
Инновационные связи		
Усвоение знани		

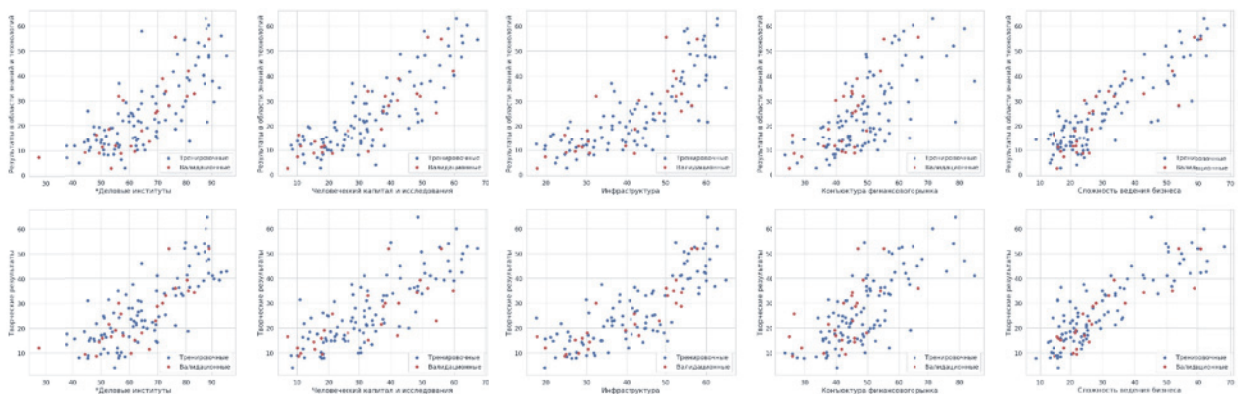


Рисунок 5. Функции зависимости выходных субиндексов от входных субиндексов

5 приведены функции зависимости выходного субиндексов от входных субиндексов.

На основании характера расположения на координатной плоскости точек были установлены виды функциональных зависимостей выходных субиндексов от входных субиндексов

(таблица 3). Здесь необходимо отметить, что сходимость в той или иной мере присутствует во всех рассмотренных зависимостях.

В-четвертых, была построена и визуализирована матрица корреляций между выходными подиндексами и входными подиндексами (ри-

Таблица 3. Виды функциональных зависимостей выходных субиндексов от входных субиндексов

	Результаты в области знаний и технологий	Творческие результаты
Деловые институты	$y=ax^b$	
Человеческий капитал и научные исследования	$y=ax^b$	$y=ax+b$
Инфраструктура	$y=ax^b$	
Конъюктура финансового рынка	$y=alnxb$	
Сложность ведения бизнеса	$y=ax+b$	$y=ax^b$



Рисунок 6. Матрица корреляций выходных подиндексов от входных подиндексов

сунк 6). Для определения корреляционных связей использован критерий корреляций Пирсона.

Для подиндекса «Создание знаний» выходного субиндекса «Результаты в области знаний и технологий» очень сильная корреляция (коэффициент корреляции 0,9-1) наблюдается с входным подиндексом «Исследования и разработки (НИОКР)»; сильная корреляция (коэффициент корреляции 0,7-0,9) наблюдается с входными подиндексами «Политическая обстановка», «Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)», «Компетентность работников», «Инновационные связи», «Усвоение знаний».

Для подиндекса «Влияние знаний» выходного субиндекса «Результаты в области зна-

ний и технологий» очень сильная и сильная корреляция не выявлена, средняя корреляция (коэффициент корреляции 0,5-0,7) наблюдается с входными подиндексами «Деловая среда», «Исследования и разработки (НИОКР)», «Экологическая устойчивость», «Торговля, диверсификация и масштаб рынка», «Усвоение знаний».

Для подиндекса «Распространение знаний» выходного субиндекса «Результаты в области знаний и технологий» сильная корреляция наблюдается с входными подиндексами «Политическая обстановка», «Исследования и разработки (НИОКР)», «Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)», «Компе-

тентность работников», «Инновационные связи», «Усвоение знаний».

Для подиндекса «Нематериальные активы» выходного субиндекса «Творческие результаты» сильная корреляция наблюдается с входными подиндексами «Политическая обстановка», «Исследования и разработки (НИОКР)», «Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)», «Компетентность работников», «Инновационные связи», «Усвоение знаний».

Для подиндекса «Товары и услуги для творчества» выходного субиндекса «Творческие результаты» сильная корреляция наблюдается с входными подиндексами «Политическая обстановка», «Экологическая устойчивость», «Компетентность работников», «Усвоение знаний».

Для подиндекса «Онлайн-творчество» выходного субиндекса «Творческие результаты» сильная корреляция наблюдается с входными подиндексами «Политическая обстановка», «Нормативно-правовая среда», «Исследования и разработки (НИОКР)», «Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)», «Экологическая устойчивость», «Компетентность работников», «Усвоение знаний», «Компетентность работников», «Инновационные связи».

Из проведенного анализа можно сделать вывод о том, что на инновационную экосистему территории наибольшее влияние оказывают следующие показатели: «Исследования и разработки (НИОКР)», «Политическая обстановка», «Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)», «Компетентность работников», «Инновационные связи».

В ходе описанного исследования был собран и подготовлен большой массив данных для создания и обучения нейронной сети, способной провести оценку инновационного потенциала субъектов Российской Федерации, подобного ГИ, но на субъектах внутри страны.

Модель обучаемой нейросети - перцептрон (без скрытого слоя, с 3 скрытыми слоями) — это базовая архитектура нейронной сети, также известная как однослойная нейронная сеть. Нейронная сеть была реализована на языке Python с использованием фреймворков «PyTorch», «Scikit-learn».

Для обучения нейросети и проверки достоверности предсказательной способности весь массив данных был разбит на обучающую и валидационную выборки.

Для сходимости модели к целевой функции решения алгоритм обучения нейронной сети использует подмножество данных обучения. После того как модель нейронной сети обучена, она должна пройти через процесс валидации. Подмножество данных валидации доказывает, что модель может путем аппроксимации приблизиться к целевому значению с использованием входящих данных уже независимо от процесса обучения [5].

Наша реализация использует 80% данных для обучения, 20% для валидации. На рисунке 7 изображена визуализация зависимости выходного параметра (по вертикали) от конкретного входного параметра (по горизонтали).

Для оценки качества моделей будут использованы две метрики:

- *MSE* (Mean Squared Error) – функция риска, соответствующая ожидаемому значению квадрата потерь из-за ошибки (разница между настоящей и предсказанной величиной в квадрате):

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2, \quad (1)$$

где Y_i – наблюдаемые значения, \hat{Y}_i – прогнозируемые значения, n – количество подобранных точек.

- *MAPE* (Mean Absolute Percentage Error) – функция потерь, соответствующая средней абсолютной процентной ошибке:

$$MAPE = 100 \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - \hat{Y}_i}{Y_i} \right|, \quad (2)$$

Для оценки точности предсказаний нейросети за норму возьмём бейзлайн (начальную модель, используемую для сравнения результатов с последующими вариантами нейросетей) – стандартную реализацию Sklearn линейной регрессии (рис. 8).

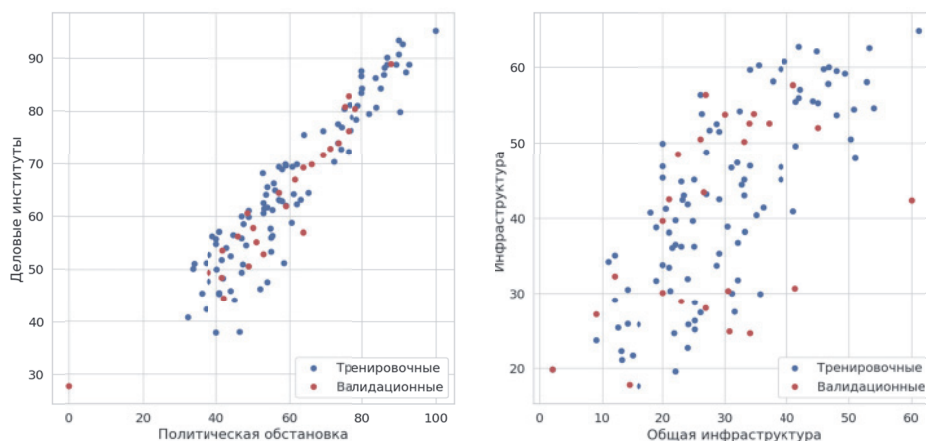


Рисунок 7. Визуализация зависимости параметров

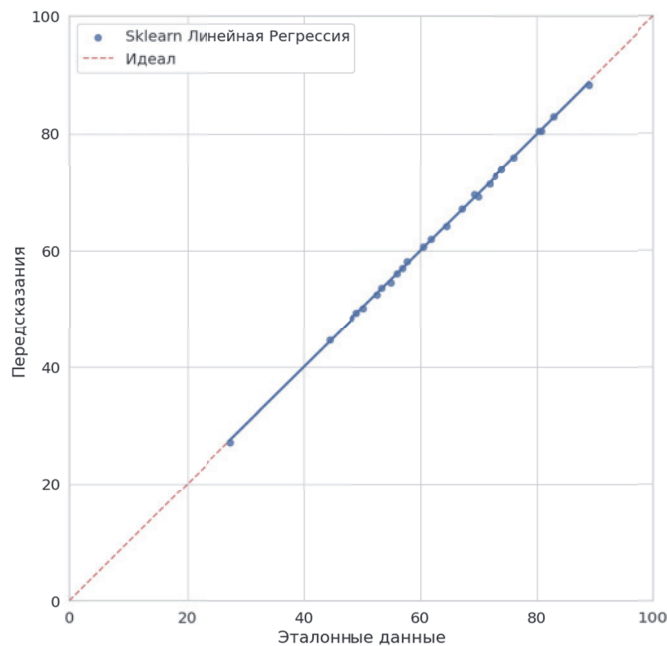


Рисунок 8. Точность предсказаний безлайна

Первая модель «Линейная регрессия». Её можно рассматривать как простую нейронную сеть без скрытых слоев и без функций активации (рис. 9).

Для второй модели будет определен перцептрон с 3 скрытыми слоями и ReLU функцией активации. На рисунке 10 изображен график предсказаний второй модели.

Для обучения нейронных сетей использован градиентный метод пошаговой оптимизации. На рисунке 11 изображено изменение функции ошибки по ходу обучения для двух наших моделей.

Вследствии того, что зависимость между параметрами простая, вторая модель нейронной сети (с 3 скрытыми слоями и ReLU функцией

активации) становится «перетренированной» и заучивает данные обучения, что приводит к ее более длительному обучению и большему числу ошибок. Поэтому для анализа двух верхних уровней экономических параметров инновационного потенциала субъектов Российской Федерации (аналогично субиндексам и подиндексам в ГИ) была выбрана нейросеть вида - простой перцептрон без скрытых слоёв. Данная нейросеть будет использоваться как составная часть нейросети, анализирующей большее количество уровней показателей, вследствие чего генерирующая более объективную оценку инновационного потенциала регионов.

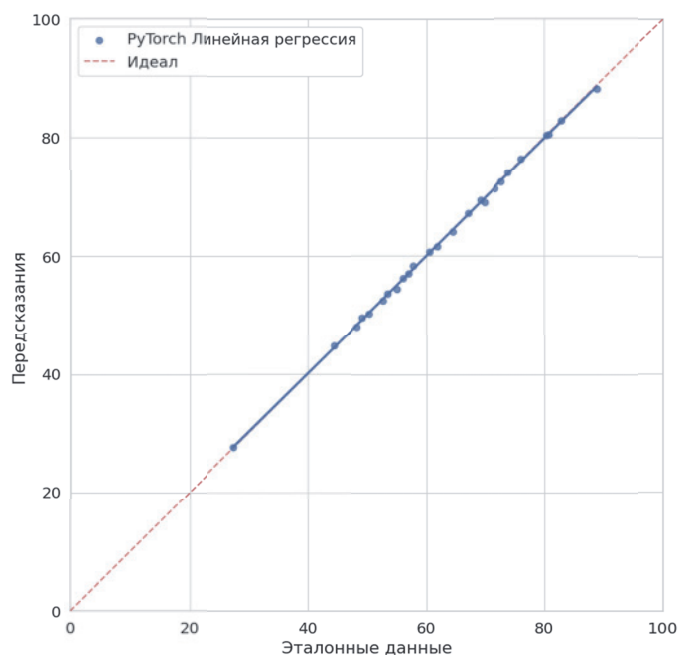


Рисунок 9. Предсказания первой модели

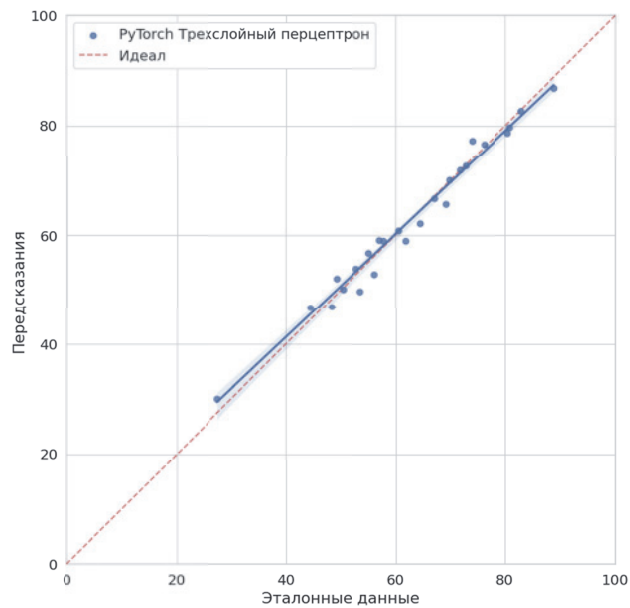


Рисунок 10. Предсказания второй модели

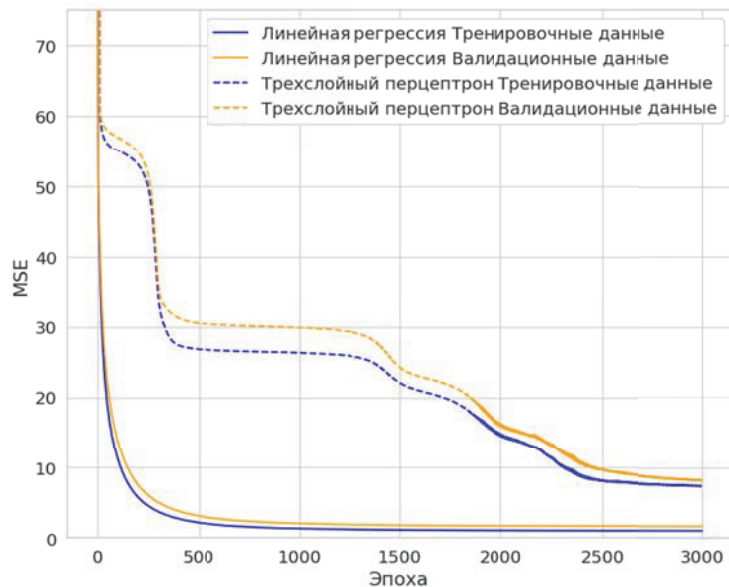


Рисунок 11. Изменение функции ошибки по ходу обучения для двух моделей

Таблица 4. Оценка качества моделей

Величина	MSE	MAPE
Sk LR Тренировочные	0.979349	2.462947
Sk LR Валидационные	1.597061	3.604554
LR Тренировочные	1.027194	2.563538
LR Валидационные	1.665328	3.638639
MLP-3 Тренировочные	7.456627	7.943459
MLP-3 Валидационные	8.263086	8.195682

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клентак, А.С. Анализ инновационного потенциала Самарской области / А.С. Клентак, В.Н. Козловский // Материалы XXIII Международной конференции по вычислительной механике и

современным прикладным программным системам (ВМСППС'2023), 4–10 сентября 2023 г., Дивноморское, Краснодарский край. – М.: Изд-во МАИ, 2023. – С. 525-527.

2. Клентак, А.С. Инструментарий оценки инновационного потенциала развития регионов и круп-

- ных машиностроительных объединений / А.С. Клентак, В.Н. Козловский // Известия Самарского научного центра РАН. – 2023. – Т. 25. – № 4 (114). – С. 23-28.
3. Козловский, В.Н. Исследование комплексного инструментария, используемого для оценки инновационного потенциала развития регионов с точки зрения создания крупных машиностроительных производств / В.Н. Козловский, А.С. Клентак // СТИН. – 2023. – № 9. – С. 53-57.
 4. Global Innovation Index 2022 What is the future of innovationdriven growth? – URL: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2022-report> (дата обращения 06.07.2024).
 5. Джимми У. Ки. Искусственные нейронные сети управления технологическими процессами. Часть 2 / Джимми У. Ки. – URL: https://controleng.ru/perspektiva/neural_networks/ (дата обращения 06.07.2024).; Диаграмма разброса (рассеивания). – URL: https://spravochnick.ru/upravlenie_kachestvom/diagramma_razbrosa_rasseivaniya/ (дата обращения 06.07.2024).
 6. Козловский, В.Н. Методология анализа и прогнозирования качества автомобилей в эксплуатации / В.Н. Козловский, Д.В. Антипов, А.В. Заятров // Актуальные проблемы экономики. – 2016. – Т. 186. – № 12. – С. 387-398.
 7. Панюков, Д.И. Фундаментальные основы FMEA для автомобилестроения: Монография / Д.И. Панюков, В.Н. Козловский. – Самара, 2014.
 8. Козловский, В.Н. Проблема стратегического планирования улучшения качества и надежности системы электрооборудования автомобилей // В.Н. Козловский, А.В. Заятров // Электроника и электрооборудование транспорта. – 2012. – № 1. – С. 44-47.
 9. Козловский, В.Н. Комплекс обеспечения качества системы электрооборудования автомобилей / В.Н. Козловский, Д.И. Панюков – Saarbrücken, 2014.
 10. Panyukov, D.I. Highlights of russian experience in implementing ISO/TS 16949 / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskiy // Life Science Journal. – 2014. – Т. 11. – № 8s. – С. 439-444.
 11. Ерохина, Л.И. Инновационные механизмы управления потенциалом сферы сервиса в регионе / Л.И. Ерохина, О.Н. Наумова, Л.С. Любохинец, В.П. Лещишена, О.В. Любохинец, Г.М. Кулапина, О.В. Маркова, Н.В. Никитина, И.А. Калашникова, В.Н. Дудко, Е.В. Мещерякова, В.Н. Козловский, С.Н. Цветкова, Т.В. Кретирина, Е.А. Бреусова, С.В. Фатеева, С.Н. Новоселов, Н.М. Ульяницкая, М.М. Шаблыкин, Г.А. Буряков и др. – Тольятти, 2013.
 12. Козловский, В. Комплексная оценка удовлетворенности потребителей качеством автомобилей / В. Козловский, В. Строганов, С. Клейменов // Стандарты и качество. – 2013. – № 5. – С. 94-98.
 13. Козловский, В.Н. Концепция методологии комплексной программы улучшений / В.Н. Козловский, Д.И. Благовещенский, Д.В. Айдаров, Д.И. Панюков, Р.Д. Фарисов // Стандарты и качество. – 2022. – № 7. – С. 36-42.
 14. Panyukov, D. Development and research FMEA expert team model / D. Panyukov, V. Kozlovsky, Y. Klochkov // International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering. – 2020. – Т. 27. – № 5. – С. 2040015.
 15. Козловский, В.Н. Стратегическое планирование конкурентоспособности с точки зрения качества / В.Н. Козловский, С.А. Шанин, Д.И. Панюков // Стандарты и качество. – 2017. – № 3. – С. 76-80.

TOOLS FOR ASSESSING THE MATURITY OF DECISIONS IN THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM OF AN AUTOMOBILE MANUFACTURER FOR THE DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ASSEMBLY FROM THE POINT OF ENSURING PRODUCT COMPETITIVENESS

© 2024 A.S. Klentak¹, V.N. Kozlovsky¹, V.N. Piunov², V.I. Ushakov²

¹ Samara State Technical University, Samara, Russia

² Samara National Research University named after Academician S.P. Korolyov, Samara, Russia

The paper presents the results of the development of a toolkit for assessing the maturity of solutions in the quality management system of an automaker aimed at developing industrial assembly from the standpoint of ensuring the competitiveness of products.

Keywords: competitiveness, quality, automobile production, industrial assembly.

DOI: 10.37313/1990-5378-2024-26-4-94-104

EDN: DQSFTF

REFERENCES

1. Klentak, A.S. Analiz innovacionnogo potenciala Samarskoj oblasti / A.S. Klentak, V.N. Kozlovskij // Materialy XXIII Mezhdunarodnoj konferencii po vychislitel'noj mekhanike i sovremennym prikladnym programmnyim sistemam (VMSPPS'2023), 4–10 sentyabrya 2023 g., Divnomorskoe, Krasnodarskij kraj. – М.: Izd-vo MAI, 2023. – С. 525-527.
2. Klentak, A.S. Instrumentarij ocenki innovacionnogo potenciala razvitiya regionov i krupnyh mashinostroitel'nyh ob'edinenij / A.S. Klentak, V.N. Kozlovskij // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra RAN. – 2023. – Т. 25. – № 4 (114). – С. 23-28.
3. Козловский, В.Н. Исследование комплексного инструментария, используемого для оценки инновационного потенциала развития регионов с точки зрения создания крупных машиностроительных

- производств / V.N. Kozlovskij, A.S. Klentak // STIN. – 2023. – № 9. – С. 53-57.
4. Global Innovation Index 2022 What is the future of innovation-driven growth? – URL: <https://www.globalinnovationindex.org/gii-2022-report> (data obrashcheniya 06.07.2024).
 5. *Dzhimmi U.Ki.* Iskusstvennyye nejronnyye seti upravleniya tekhnologicheskimi processami. CHast' 2 / Dzhimmi U. Ki. – URL: https://controleng.ru/perspektiva/neural_networks/ (data obrashcheniya 06.07.2024).; Diagramma razbroa (rasseivaniya). – URL: https://spravochnick.ru/upravlenie_kachestvom/diagramma_razbroa_rasseivaniya/ (data obrashcheniya 06.07.2024).
 6. *Kozlovskij, V.N.* Metodologiya analiza i prognozirovaniya kachestva avtomobilej v ekspluatatsii / V.N. Kozlovskij, D.V. Antipov, A.V. Zayatrov // Aktual'nye problemy ekonomiki. – 2016. – Т. 186. – № 12. – С. 387-398.
 7. *Panyukov, D.I.* Fundamental'nye osnovy FMEA dlya avtomobilstroeniya: Monografiya / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskij. – Samara, 2014.
 8. *Kozlovskij, V.N.* Problema strategicheskogo planirovaniya uluchsheniya kachestva i nadezhnosti sistemy elektrooborudovaniya avtomobilej // V.N. Kozlovskij, A.V. Zayatrov // Elektronika i elektrooborudovanie transporta. – 2012. – № 1. – С. 44-47.
 9. *Kozlovskij, V.N.* Kompleks obespecheniya kachestva sistemy elektrooborudovaniya avtomobilej / V.N. Kozlovskij, D.I. Panyukov – Saarbrücken, 2014.
 10. *Panyukov, D.I.* Highlights of russian experience in implementing ISO/TS 16949 / D.I. Panyukov, V.N. Kozlovskiy // Life Science Journal. – 2014. – Т. 11. – № 8s. – С. 439-444.
 11. *Erohina, L.I.* Innovacionnyye mekhanizmy upravleniya potencialom sfery servisa v regione / L.I. Erohina, O.N. Naumova, L.S. Lyubohinec, V.P. Leshchishena, O.V. Lyubohinec, G.M. Kulapina, O.V. Markova, N.V. Nikitina, I.A. Kalashnikova, V.N. Dudko, E.V. Meshcheryakova, V.N. Kozlovskij, S.N. Cvetkova, T.V. Kretinina, E.A. Breusova, S.V. Fateeva, S.N. Novoselov, N.M. Ul'yanickaya, M.M. SHablykin, G.A. Buryakov i dr. – Tol'yatti, 2013.
 12. *Kozlovskij, V.* Kompleksnaya ocenka udovletvorennosti potrebitelej kachestvom avtomobilej / V. Kozlovskij, V. Stroganov, S. Klejmenov // Standarty i kachestvo. – 2013. – № 5. – С. 94-98.
 13. *Kozlovskij, V.N.* Konceptiya metodologii kompleksnoj programmy uluchshenij / V.N. Kozlovskij, D.I. Blagoveshchenskij, D.V. Ajdarov, D.I. Panyukov, R.D. Farisov // Standarty i kachestvo. – 2022. – № 7. – С. 36-42.
 14. *Panyukov, D.* Development and research FMEA expert team model / D. Panyukov, V. Kozlovsky, Y. Klochkov // International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering. – 2020. – Т. 27. – № 5. – С. 2040015.
 15. *Kozlovskij, V.N.* Strategicheskoe planirovanie konkurentosposobnosti s tochki zreniya kachestva / V.N. Kozlovskij, S.A. SHanin, D.I. Panyukov // Standarty i kachestvo. – 2017. – № 3. – С. 76-80.

Anna Klentak, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher. E-mail: anna_klentak@mail.ru

Vladimir Kozlovsky, Doctor of Technical Sciences, Professor. E-mail: Kozlovskiy-76@mail.ru

Vladislav Piusov, Postgraduate. E-mail: Taimkraft@mail.ru

Vitaly Ushakov, Student. E-mail: Z4maduma@yandex.ru