


Модель управления человеческим капиталом в системах принятия решений

Олег Д. Казаков¹ kod838@mail.ru  0000-0001-9665-8138


Наталья Ю. Азаренко¹ salovanat@mail.ru  0000-0001-6644-418X


¹ Брянский государственный инженерно-технологический университет, пр-т Ст.Димитрова, 3, г. Брянск, 241037, Россия

Аннотация. Разработана системная модель управления человеческим капиталом, которая, по мнению авторов, может стать важным дополнением для построения эффективной системы поддержки принятия решений в области социально-экономического развития региона. Взаимодействие субъектов модели может происходить с целью реализации инновационных процессов в ИТ-организациях. Разработанная системная модель управления человеческим капиталом учитывает особенности управления человеческим капиталом в цифровой экономике и включает три подсистемы: «Структура человеческого капитала», «Инструменты развития человеческого капитала», «Организационно-экономические инструменты управления человеческим капиталом». В работе использовались данные, полученные в ходе анализа более 100 инновационных предприятий, занимающихся исследованиями в том числе и в сфере информационных технологий. В результате исследования были сформированы размеченные данные по уровню эффективности развития человеческого капитала на основе первичной обработки финансовой отчетности инновационных организаций. Для определения направлений повышения качества человеческого капитала представлен подход к оценке уровня эффективности его развития на основе модели машинного обучения. Представлены значения метрик качества следующих алгоритмов машинного обучения для решения поставленной задачи: линейная регрессия; Random Forest; метод ближайших соседей. Для классификации предприятий региона по уровню эффективности развития человеческого капитала на основе открытой финансовой информации был выбран алгоритм Random Forest. Были выделены и сформулированы 11 наиболее точных правил классификации в иерархической последовательной структуре. Это позволит более полно учесть все аспекты управления интеллектуальными ресурсами в цифровой экономике.

Ключевые слова: человеческий капитал, развитие капитала, цифровая экономика, знания, машинное обучение, Random Forest

The Model of Human Capital Management in Decision Support Systems

Oleg D. Kazakov¹ kod838@mail.ru  0000-0001-9665-8138

Natalya Y. Azarenko¹ salovanat@mail.ru  0000-0001-6644-418X

¹ Bryansk State Engineering and Technology University, Stanke Dimitrova ave, 3 Bryansk, 241037, Russia

Abstract. A system model of human capital management has been developed, which, according to the authors, can be an important addition to building an effective decision support system in the field of socio-economic development of the region. The interaction of the subjects of the model can occur in order to implement innovative processes in IT organizations. The developed system model of human capital management takes into account the peculiarities of human capital management in the digital economy and includes three subsystems: “The structure of human capital”, “Tools for the development of human capital”, “Organizational and economic tools for managing human capital”. The work used data obtained in the analysis of more than 100 innovative enterprises engaged in research, including in the field of information technology. As a result of the study, marked-up data were generated on the level of development efficiency of human capital based on the initial processing of financial statements of innovative organizations. To determine the directions of improving the quality of human capital, an approach to assessing the level of efficiency of its development based on the machine learning model is presented. The values of the quality metrics of the following machine learning algorithms for solving the problem are presented: linear regression; Random Forest; nearest neighbors method. To classify the region’s enterprises according to the level of development efficiency of human capital based on open financial information, the Random Forest algorithm was chosen. 11 most accurate classification rules in a hierarchical sequential structure were identified and formulated. This will allow for more complete consideration of all aspects of intellectual resources management in the digital economy.

Keywords: human capital, capital development, digital economy, knowledge, machine learning, Random Forest

Введение

В последнее время на всех уровнях власти и управления обсуждается вопрос о переходе экономики регионов России к цифровой экономике. Требования нового времени – дефицит кадров в области мобильного интернета, облачных технологий, в области компьютерной производительности и больших данных, в области краудсорсинга и экономики совместного использования. Менеджер, владеющий цифровыми технологиями, должен обладать: 1) доступностью данных в режиме реального времени;

Для цитирования

Казаков О.Д., Азаренко Н.Ю. Модель управления человеческим капиталом в системах принятия решений // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 290–298. doi:10.20914/2310-1202-2019-3-290-298

2) способностью к прогнозированию и принятию стратегических решений; 3) постоянным саморазвитием и возможностью обучаться с любого устройства в любом месте; 4) навыками виртуального сотрудничества; 5) навыками виртуального командообразования [10]. Т. Демарко и Т. Листер – инноваторы в управлении проектами – одними из первых обратили внимание на то, как создавать продуктивную команду, как эффективно реализовывать в том числе Digital-проекты через эффективное управление человеческими ресурсами [3].

For citation

Kazakov O.D., Azarenko N.Yu. The Model of Human Capital Management in Decision Support Systems. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2019. vol. 81. no. 3. pp. 290–298. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2019-3-290-298

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License

В условиях цифровой экономики меняется роль человека в производстве вследствие чего возникает необходимость дальнейшей автоматизации производства и управления человеческим капиталом, разработки моделей управления человеческим капиталом в условиях цифровой трансформации экономики. Факторами развития человеческого капитала в цифровой экономике становятся уровень образованности, цифровая грамотность и общая инновационная культура [11].

Л.Н. Борщева предложила механизм управления человеческим капиталом инновационной организации, который включает элементы организационного, психологического, физиологического воздействия на человеческий капитал сотрудников, следствием которого является повышение профессиональной, интеллектуальной отдачи [1]. Инновации выступают в роли локомотива регионального социально-экономического развития, обеспечивая его эффективность и рост производительности труда. В информационном обществе инновации прочно заняли место основного генератора экономического роста любой страны [7, 8]

В цифровой экономике интеллектуальные, творческие способности, креативность персонала ученые и практики рассматривают как основные конкурентные преимущества организации. Модернизация традиционных производственных отраслей и отраслей услуг, организации торговых закупочных процедур, смежных финансовых и логистических операций, изменение структуры потребления на фоне сквозного проникновения информационных технологий и цифровизации экономических процессов создает основу для формирования новых рынков и условий функционирования рынка, а также новых подходов к аналитике, прогнозированию и принятию управленческих решений [2, 9].

Машинное обучение применимо для решения задач городского хозяйства, а также в процессе принятия управленческих решений по управлению социально-экономическим развитием территории, в частности при прогнозировании ключевых показателей социально-экономического развития [5]. Авторы считают возможным построить модель машинного обучения для классификации инновационных организаций по уровню эффективности развития человеческого капитала.

Г.Н. Колесников разработал экономико-математическую модель анализа оптимизационной модели формирования инвестиционной программы фирмы в области человеческого

капитала на чувствительность к изменению приоритетов развития различных направлений инвестирования человеческого капитала сотрудников фирмы методом сводных рандомизированных показателей [6]. Однако отсутствует обоснованная модель взаимодействия рынков интеллектуальной собственности, человеческого капитала и государственных инвестиций, разработка которой позволила бы определить те необходимые институциональные изменения, которые требуются для успешной цифровой трансформации экономики.

Разработаны теоретические положения мониторинга человеческого капитала аграрной сферы, определена система показателей мониторинга человеческого капитала региона [4], однако данная система не позволяет провести оценку качества и эффективности использования человеческого капитала АПК регионов в целом. Поэтому решение задачи разработки модели системы управления человеческим капиталом в различных отраслях национальной и региональной экономики в условиях цифровизации экономики остается актуальным.

Материалы и методы

Для исследования использовались данные национального рейтинга российских высокотехнологичных и быстроразвивающихся компаний «Техуспех»–2017. Экспертный совет составляют профессионалы, имеющие успешный опыт в развитии бизнеса конкретной отрасли.

Экспертами оцениваются не только финансовые показатели деятельности инновационных организаций, но и технологический уровень выпускаемой продукции, а также ее инновационность. В ходе исследования были проанализированы более 100 инновационных предприятий, занимающихся исследованиями в том числе и в IT-сфере. Полученная совокупная выборка включала 2828 значений показателей.

Разработана модель развития человеческого капитала в цифровой экономике (рисунок 1). Данная модель построена с использованием системного подхода к управлению человеческим капиталом, представлена подсистемами «Структура человеческого капитала», «Инструменты развития человеческого капитала», «Организационно-экономические инструменты управления человеческим капиталом», наглядно раскрывает существующие между этими элементами связи и отношения, отличается от имеющихся учетом факторов, под воздействием которых изменяется показатель уровня эффективности развития человеческого капитала.

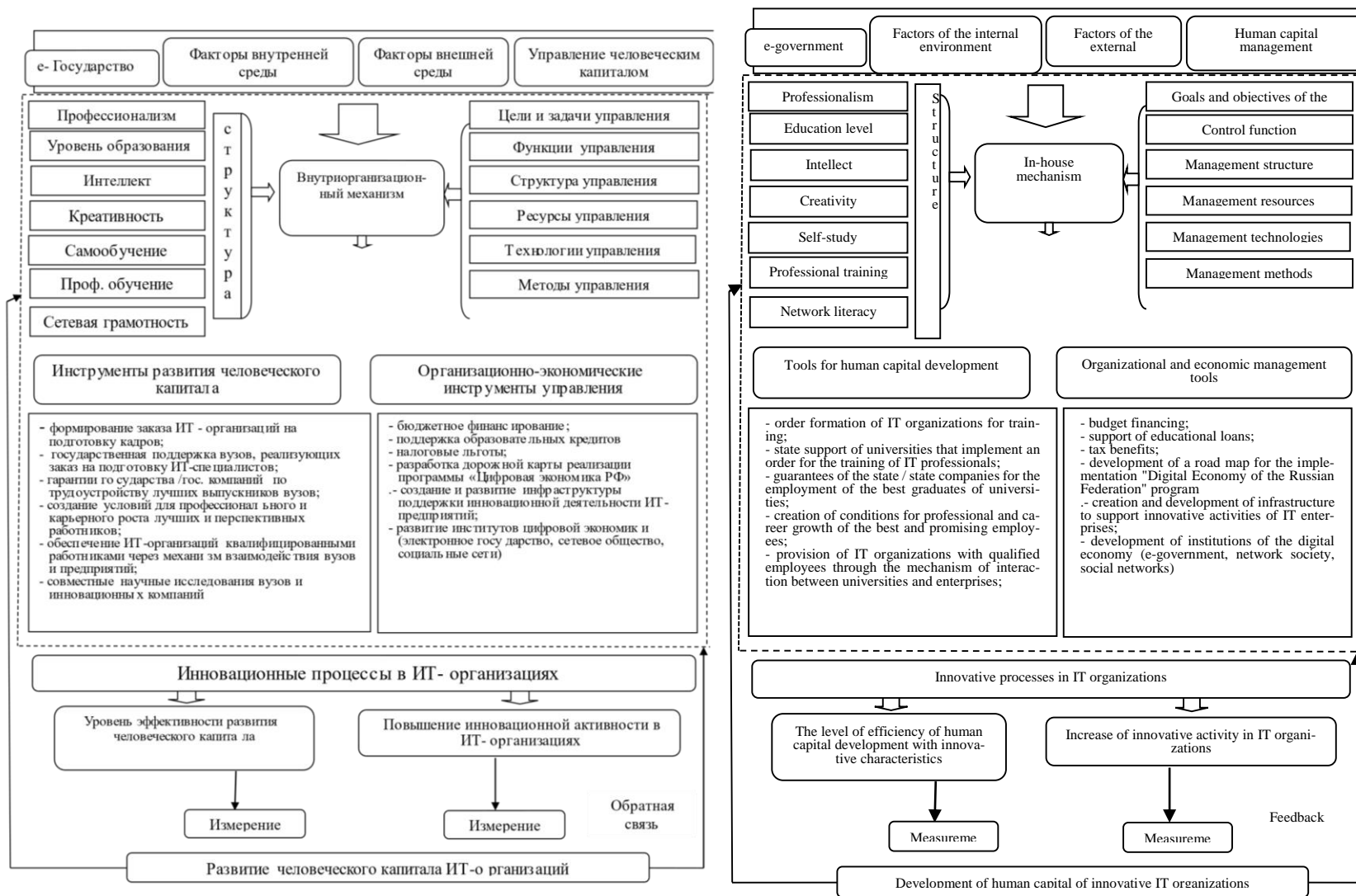


Рисунок 1. Модель управления человеческим капиталом организаций в цифровой экономике

Figure 1. A model of human capital management in the digital economy

Структурные характеристики, которые принимает человеческий капитал в условиях цифровизации экономики, складываются из уровня образования, профессионализма, уровня интеллекта, непрерывного обучения и самообучения, способности быть креативным, владения сетевой грамотностью.

Взаимодействие субъектов модели может происходить с целью реализации различных проектов в организации в ИТ-сфере, для чего могут быть созданы новые организационные структуры. Взаимодействие чаще всего будет происходить в виртуальном режиме, нежели в реальном.

В управлении человеческим капиталом организаций определены следующие принципы: синергии, проектного управления, инновационного управления, креативного управления, обратной связи, воспроизводственной сбалансированности, интегрированности с системой образования и промышленным сектором экономики, гибкости и адаптивности управления, оперативности, экономичности.

Статистические данные были получены на основе первичной обработки финансовой отчетности инновационных организаций, находящейся в открытом доступе на интернет-портале статистической информации Мультистат и в системе профессионального анализа компаний

«Спарк – Интерфакс», а также данные с портала «За честный бизнес». Полученная совокупная выборка включала 2828 значений показателей.

Экспертом были сформированы размеченные данные. Определен первый, второй, третий класс Y–уровня оценки эффективности развития человеческого капитала. К первому классу относим человеческий капитал с высокой социальной составляющей (высокая производительность труда, высокие управленческие расходы), но невысокой стоимостью нематериальных активов. Ко второму классу будем относить человеческий капитал с высокой инновационной составляющей (количество РИД, стоимость нематериальных активов). К третьему классу относим человеческий капитал со средним уровнем развития социальной составляющей, но как с высоким, так и низким уровнем развития инновационной составляющей.

Далее построена модель машинного обучения для классификации организаций по Y–уровню оценки эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками на основе данных по X1 – выручка, X2 – нематериальные активы, X4 – чистая прибыль, X5 – готовая продукция, X6 – управленческие расходы, X7 – количество работников, занимающихся инновациями, X8 – регистрация ЭВМ и баз данных (таблицы 1, 2).

Таблица 1.

Набор данных для построения модели машинного обучения

Table 1.

Data set for working out the machine learning model

	X1	X2	X4	X5	X6	X7	X8	Y	
0	1629.860	1.197	132.487	1591.172	0.000	140.0	22.0	1.0	0
1	1704.604	4.105	58.109	1652.918	0.000	140.0	22.0	1.0	1
2	1633.277	3.860	62.412	1585.678	0.000	169.0	22.0	1.0	2
3	1810.765	3.565	16.073	1764.501	0.000	165.0	22.0	1.0	3
4	2985.891	3.249	8.749	2886.079	0.000	178.0	22.0	1.0	4
5	4332.804	2.916	3.704	4152.103	0.000	184.0	22.0	1.0	5
6	38.621	0.008	0.867	37.710	0.000	9.0	1.0	2.0	6
7	88.554	10.065	23.772	66.453	0.000	10.0	1.0	2.0	7
8	296.472	11.480	-3.473	291.046	0.000	10.0	1.0	2.0	8
9	318.537	38.652	5.652	318.955	0.000	10.0	1.0	2.0	9
10	257.524	49.057	5.141	172.244	85.180	11.0	1.0	1.0	10
11	672.283	12.683	8.705	603.465	43.861	44.0	16.0	1.0	11
12	542.027	11.092	2.829	509.499	0.000	43.0	16.0	2.0	12
13	458.024	15.169	11.507	419.167	0.000	43.0	16.0	2.0	13
14	584.670	10.984	25.299	506.952	0.000	44.0	16.0	2.0	14
15	1478.982	9.337	127.904	1337.488	0.000	44.0	16.0	2.0	15
16	2576.371	11.633	339.286	2194.700	0.000	45.0	16.0	2.0	16
17	266.521	3.437	4.178	166.739	95.569	67.0	8.0	1.0	17
18	497.057	8.886	12.658	341.931	104.966	78.0	8.0	1.0	18
19	519.558	58.074	62.238	296.429	126.178	80.0	8.0	1.0	19
20	460.598	80.547	34.061	278.274	95.359	81.0	8.0	1.0	20
21	980.880	40.341	258.572	602.194	0.000	91.0	8.0	1.0	21
22	343.673	0.068	13.645	262.870	53.300	25.0	1.0	2.0	22

Продолжение табл. 1 | Continuation of table 1

	X1	X2	X4	X5	X6	X7	X8	Y	
23	393.078	0.063	80.726	296.683	93.473	26.0	1.0	2.0	23
24	345.003	0.057	75.454	242.319	125.492	26.0	1.0	2.0	24
25	343.699	0.052	71.280	237.928	124.232	26.0	1.0	2.0	25
26	470.164	20.427	97.643	382.645	51.144	27.0	1.0	2.0	26
27	778.400	23.236	169.125	345.001	111.000	27.0	1.0	2.0	27
28	562.346	0.147	49.340	76.558	37.430	13.0	5.0	1.0	28
29	1274.558	31.163	434.266	270.710	55.370	14.0	5.0	1.0	29
...
375	280.407	0.000	1.868	227252.000	51.220	219.0	1.0	3.0	375
376	2399.700	0.000	7.255	2311823.000	78.578	220.0	1.0	3.0	376
377	1448.683	0.000	5.920	1316781.000	86.901	222.0	1.0	3.0	377
378	3168.181	4.726	298.627	2296480.000	282.475	65.0	1.0	2.0	378
379	3721.964	4.237	183.610	2866320.000	344.975	68.0	1.0	2.0	379
380	4971.513	3.748	447.495	3731514.000	445.202	75.0	1.0	2.0	380
381	6870.465	3.704	1084.643	4807630.000	504.703	89.00	1.0	2.0	381
382	8199.478	2.687	1030.186	5715101.000	955.783	90.0	1.0	2.0	382
Всего 404 записи.									

Таблица 2.

Детерминанты для построения модели машинного обучения

Table 2.

Determinants for working out the machine learning model

X1	Выручка, млн р.	Revenue, mln RUB
X2	Нематериальные активы, млн р.	Intangible assets, mln RUB.
X4	Чистая прибыль, млн р.	Net profit, mln RUB.
X5	Готовая продукция, млн р.	End products, mln RUB.
X6	Управленческие расходы, млн р.	Management costs, mln RUB.
X7	Количество работников, занимающихся инновациями, чел.	The number of employees engaged in innovation, pers.
X8	Регистрация ЭВМ и баз данных, шт.	Registration of computers and databases, PCs.
Y	Уровень оценки эффективности развития человеческого капитала	The valuation level of efficiency of human capital development with innovative characteristics

Посмотрим, не связаны ли между собой какие-либо атрибуты. Сделать это можно, рассчитав коэффициенты корреляции для всех столбцов (таблица 3).

Таблица 3.

Расчет коэффициентов корреляции

Table 3.

Calculation of correlation coefficients

	X1	X2	X4	X5	X6	X7	X8	Y
X1	1.000000	0.396006	0.035698	0.379485	0.611336	0.222502	0.481412	-0.177429
X2	0.396006	1.000000	0.237907	-0.084350	0.161158	0.101219	0.293144	-0.201466
X4	0.035698	0.237907	1.000000	-0.013908	-0.000166	0.051692	0.175323	-0.047102
X5	0.379485	-0.084350	-0.013908	1.000000	0.158027	0.180687	-0.045112	-0.018455
X6	0.611336	0.161158	-0.000166	0.158027	1.000000	0.134607	0.601574	-0.202991
X7	0.222502	0.101219	0.051692	0.180687	0.134607	1.000000	0.259347	0.111472
X8	0.481412	0.293144	0.175323	-0.045112	0.601574	0.259347	1.000000	-0.291861
Y	-0.177429	-0.201466	-0.047102	-0.018455	-0.202991	0.111472	-0.291861	1.000000

Видим, что атрибуты не коррелируют между собой.

Для построения модели будем использовать следующие методы:

линейной регрессии;

Random Forest (Случайный лес);

метод ближайших соседей.

Оценку будем производить с помощью коэффициента детерминации (R-квадрат). Данный коэффициент определяется следующим образом:

$$R^2 = 1 - \frac{V(y|x)}{V(y)} = 1 - \frac{\delta^2}{\delta_y^2},$$

где $V(y|x) = \delta^2$ – условная дисперсия зависимой величины y по фактору x .

Коэффициент принимает значение на промежутке $[0,1]$, и чем он ближе к 1, тем сильнее зависимость.

Наиболее очевидной мерой качества будет доля правильных ответов (ассигура):

$$= (1)$$

**Параметры и метрики качества обучения
Случайный лес**

```
DecisionTreeClassifier(class_weight = None, criterion = 'gini', max_depth = 5, max_features = None, max_leaf_nodes = None, min_impurity_decrease = 0.0, min_impurity_split = None, min_samples_leaf = 1, min_samples_split = 2, min_weight_fraction_leaf = 0.0, presort = False, random_state = 17, splitter = 'best')
accuracy = 0.945679012345679
R-квадрат = 0.7515908659624264
```

Метод ближайших соседей

```
KNeighborsClassifier(algorithm = 'auto', leaf_size = 30, metric = 'min-kowski', metric_params = None, n_jobs = 1, n_neighbors = 10, p = 2, weights = 'uniform')
accuracy = 0.5246913580246914
R-квадрат = 0.42376592604046257
```

**Параметры и метрики качества обучения
Линейная регрессия**

```
LinearRegression(copy_X = True, fit_intercept = True, n_jobs = 1, normalize = False)
R-квадрат = 0.02376592604046257
accuracy = 0.3246913580246914
```

Можно сделать вывод, что лучше других с задачей справился метод Random Forest (случайный лес).

Определим вес каждого фактора в итоговой модели:

```
In [1238] : model.feature_importances_
Out [1238]: array ([0.06317437, 0.10236738, 0.03653996, 0.10318012, 0.22310093, 0.120697, 0.35094024])
```

В нашем случае видно, что больше всего на уровень оценки эффективности развития человеческого капитала влияют:

- X6 - Управленческие расходы, млн. руб.
- X8 - Регистрация ЭВМ и баз данных, шт.

Результаты и обсуждение

Получена обученная модель по алгоритму случайного леса (рисунок 2).

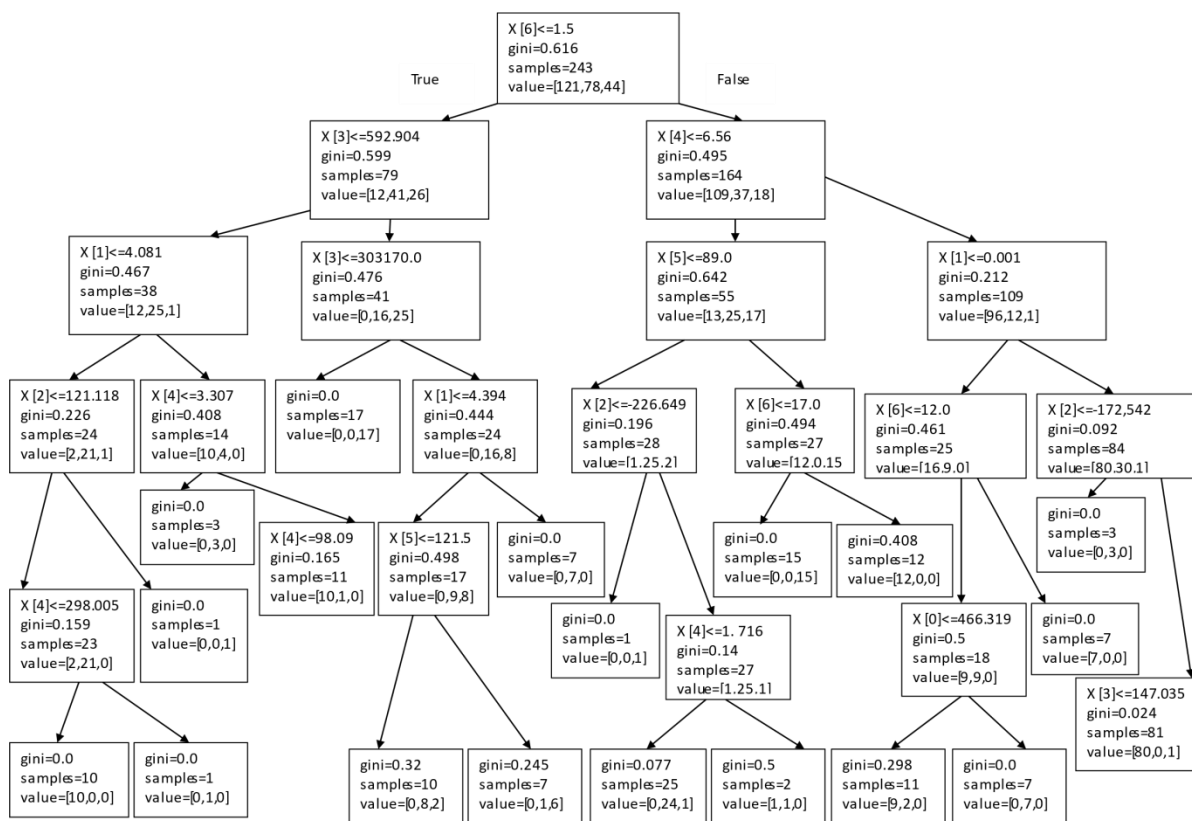


Рисунок 2. Обученная модель по алгоритму случайного леса

Figure 2. The taught model by random forest algorithm

Составим свод правил по данной модели.

- X[0] – Выручка, млн. руб.
- X[1] – Нематериальные активы, млн. руб.
- X[2] – Чистая прибыль, млн. руб.
- X[3] – Готовая продукция, млн. руб.
- X[4] – Управленческие расходы, млн. руб.
- X[5] – Количество работников, занимающихся инновациями
- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт.

Правило № 1. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 2-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – меньше или равно 1,5
- X[3] – Готовая продукция, млн. руб. – меньше или равно значению 592,904;
- X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – меньше или равно 4,081;
- X[2] – Чистая прибыль, млн. руб. – меньше или равно значению 121,118.

Правило № 2. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 1-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – меньше или равно 1,5
- X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – больше или равно 4,081;
- X[4] – Управленческие расходы, млн. руб. – больше или равно 3,307 и меньше или равно 98,09.

Правило № 3. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 2 уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – меньше или равно 1,5
- X[3] – Готовая продукция, млн. руб. – меньше или равно значению 592,904;
- X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – больше или равно 4,081;
- X[4] – Управленческие расходы, млн. руб. – меньше или равно 3,307.

Правило № 4. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 2-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – меньше или равно 1,5
- X[3] – Готовая продукция, млн. руб. – больше или равно значению 592,904;
- X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – меньше или равно 4,394;
- X[5] – Количество работников, занимающихся инновациями – меньше или равно 121,5

Правило № 5. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 3-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – меньше или равно 1,5
- X[3] – Готовая продукция, млн. руб. – больше или равно значению 592,904;
- X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – меньше или равно 4,394;
- X[5] – Количество работников, занимающихся инновациями – больше или равно 121,5

Правило № 6. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 2-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – меньше или равно 1,5
- X[3] – Готовая продукция, млн. руб. – больше или равно значению 592,904;
- X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – больше или равно 4,394.

Правило № 7. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 2-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – больше или равно 1,5
- X[5] – Количество работников, занимающихся инновациями – меньше или равно 89
- X[2] – Чистая прибыль, млн. руб. – больше или равно значению – 226,649.
- X[4] – Управленческие расходы, млн. руб. – меньше или равно 1,716.

Правило № 8. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 3-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – меньше или равно 17, больше или равно 1,5
- X[5] – Количество работников, занимающихся инновациями – больше или равно 89

Правило № 9. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 1-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

- X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – больше или равно 1,5, меньше или равно 12
- X[4] – Управленческие расходы, млн. руб. – больше или равно 6,56.

X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – меньше или равно 0,001.
X[0] – Выручка, млн. руб. – больше или равно 466,319

Правило № 10. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 2-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – больше или равно 1,5
X[4] – Управленческие расходы, млн. руб. – больше или равно 6,56.
X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – больше или равно 0,001.
X[2] – Чистая прибыль, млн. руб. больше или равно значению – 172,542.
X[3] – Готовая продукция, млн. руб. – меньше или равно значению 147,035

Правило № 11. К организациям с уровнем эффективности развития человеческого капитала с инновационными характеристиками 2-го уровня относятся организации со следующим набором характеристик:

X[6] – Регистрация ЭВМ и баз данных, шт. – больше или равно 1,5
X[4] – Управленческие расходы, млн. руб. – больше или равно 6,56.
X[2] – Чистая прибыль, млн. руб. меньше или равно значению – 172,542.
X[1] – Нематериальные активы, млн. руб. – больше или равно 0,001.

Заключение

Проведенное исследование показало, что принятие решений по управлению человеческим капиталом в регионе невозможно без высокого качества человеческого капитала и высокого уровня знаний.

Авторами определены показатели, с помощью которых можно оценивать эффективность развития человеческого капитала, в частности экспертно-аналитическим путем. На уровень эффективности человеческого капитала влияют управленческие расходы и регистрация ЭВМ и баз данных.

Для того чтобы было возможно классифицировать предприятия региона по уровню эффективности развития человеческого капитала, с помощью алгоритма Random Forest на основе открытой финансовой информации была построена модель машинного обучения и определены правила классификации.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, договор № 18-41-320003\19, проект «Математическое моделирование социально-экономического развития региона в системах поддержки принятия решений с использованием адаптивных методов машинного обучения и имитационного моделирования в условиях неопределенности».

Литература


1. Борщёва Н.Л. Механизм управления человеческим капиталом сотрудников инновационной организации // Инновационная наука. 2016. № 1–1. С. 33–37. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-upravleniya-chelovecheskim-kapitalom-sotrudnikov-innovatsionnoy-organizatsii>
2. Wetherbe J.C., Turban E., Leidner D.E., McLean E.R. Information technology for management: Transforming organizations in the digital economy. New York: Wiley, 2007.
3. Demarco T., Lister T. The Human Factor: Successful Projects and Teams: trans. M. Zislis, 2 nd ed. Moscow: Symbol. 249 p.
4. Горбунова О.С. Влияние потенциала формирования человеческого капитала на экономическое состояние сельского хозяйства // Бизнес. Образование. Право. 2018. № 4 (45). С. 226–231.
5. Kazakov O.D., Novikov S.P., Kulagina N.A., Shlapakova S.N. Development of the Concept of Management of Economic Systems Processes through Construction and Calling of Machine Learning Models // 2018 IEEE International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies”. 2018. doi: 10.1109/ITMQIS.2018.8524985
6. Колесников Г.И., Хованов Н.В., Юдаева М.С. Применение метода квантификации нечисловых оценок вероятности для выбора оптимального портфеля ценных бумаг // Вестник СПбГУ. Экономика. 2007. № 3. С. 58–68. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-metoda-kvantifikatsii-nechislovyh-otsenok-veroyatnosti-dlya-vybora-optimalnogo-portfelya-tsennyh-bumag>
7. Кулагина Н.А., Михеенко О.В. Инновационная трансформация социально-экономической системы России как условие обеспечения ее экономической безопасности // Проблемы теории и практики управления. 2018. № 6. С. 8–16
8. Михеенко О.В. К вопросу формирования инновационной инфраструктуры // Вестник Брянского государственного университета. 2015. № 3. 317–319.
9. Novikov S.P. Kazakov O.D; Kulagina N.A., Azarenko N.Yu. Blockchain and Smart Contracts in a Decentralized Health Infrastructure // 2018 IEEE International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies”. 2018. doi: 10.1109/ITMQIS.2018.8524970
10. Салихов Б.В., Летунов Д.А. Интеллектуальный капитал как фактор современного производства (морально-экономическая онтология): монография. Москва: МГОУ, 2009. 129 с.
11. Mokir J. Dary Athens. Historical origins of economics. Moscow: Gaidar Institute, 2012. 406 p.

References


- 1 Borshcheva N.L. The mechanism of human capital management of employees of an innovative organization. *Innovation Science*. 2016. no. 1–1. pp. 33–37. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizm-upravleniya-chelovecheskim-kapitalom-sotrudnikov-innovatsionnoy-organizatsii> (in Russian).
- 2 Wetherbe J.C., Turban E., Leidner D.E., McLean E.R. *Information technology for management: Transforming organizations in the digital economy*. New York, Wiley, 2007.
- 3 Demarco T., Lister T. *The Human Factor: Successful Projects and Teams*: trans. M. Zislis, 2nd ed. Moscow, Symbol, 249 p.
- 4 Gorbunova O.S. The effect of cooperation on the formation of human capital on the economic condition of agriculture. *Business. Education. Right*. 2018. no. 4 (45). pp. 226–231. (in Russian).
- 5 Kazakov O.D., Novikov S.P., Kulagina N.A., Shlapakova S.N. Development of the Concept of Management of Economic Systems Processes through Construction and Calling of Machine Learning Models. 2018 IEEE International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies”. 2018. doi: 10.1109/ITMQIS.2018.8524985
- 6 Kolesnikov G.I., Khovanov N.V., Yudaeva M.S. Application of the method of quantification of non-numeric probability estimates to select the optimal portfolio of securities. *Vestnik SPbGU. Economics*. 2007. no. 3. pp. 58–68. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-metoda-quantifikatsii-nechislovyh-otsenok-veroyatnosti-dlya-vybora-optimalnogo-portfelya-tsennyh-bumag> (in Russian).
- 7 Kulagina N.A., Mikheenko O.V. In-novative transformation of the socio-economic system of Russia as a condition of ensuring its economic security. *Problems of theory and practice of management*. 2018. no. 6. pp. 8–16. (in Russian).
- 8 Miheenko O.V. To the question of formation of innovative infrastructure. *Bulletin of Bryansk state University*. 2015. no. 3. pp. 317–319. (in Russian).
- 9 Novikov S.P. Kazakov O.D.; Kulagina N.A., Azarenko N.Yu. Blockchain and Smart Contracts in a Decentralized Health Infrastructure. 2018 IEEE International Conference “Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies”. 2018. doi: 10.1109/ITMQIS.2018.8524970
- 10 Salikhov B.V., Letunov D.A. *Intellectual capital as a factor of modern production (moral and economic ontology): monograph*. Moscow, MGOU, 2009. 129 p. (in Russian).
- 11 Mokir J. *Dary Athens. Historical origins of economics*. Moscow, Gaidar Institute, 2012. 406 p.

Сведения об авторах

Олег Д. Казаков к.э.н., доцент, кафедра информационных технологий, Брянский государственный инженерно-технологический университет, пр-т Ст. Димитрова, 3, г. Брянск, 241037, Россия, kod838@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0001-9665-8138>

Наталья Ю. Азаренко к.э.н., доцент, кафедра государственного управления и финансов, Брянский государственный инженерно-технологический университет, пр-т Ст. Димитрова, 3 г. Брянск, 241037, Россия, salovanat@mail.ru


 <https://orcid.org/0000-0001-6644-418X>

Information about authors

Oleg D. Kazakov Cand. Sci. (Econ.), associate professor, information technology department, Bryansk State Engineering and Technology University, Stanke Dimitrova ave, 3 Bryansk, 241037, Russia, kod838@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9665-8138>

Natalya Y. Azarenko Cand. Sci. (Econ.), associate professor, public administration and finance department, Bryansk State Engineering and Technology University, Bryansk, Russia, Stanke Dimitrova ave, 3 Bryansk, 241037, Russia, salovanat@mail.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6644-418X>

Вклад авторов

Авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Contribution

Authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/07/2019

После редакции 06/08/2019

Принята в печать 17/08/2019

Received 21/07/2019

Accepted in revised 06/08/2019

Accepted 17/08/2019
