

УДК 519.254

Кондрашов Д. М.

Специалист

ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда РФ

Россия, Москва

Петриков А. Е.

Специалист

ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда РФ

Россия, Москва

Кацаурова С. Ю.

Эксперт

ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда РФ

Россия, Москва

**ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА
КАПИТАЛИЗАЦИИ КОМПЕТЕНЦИЙ РАБОТНИКОВ В
ЗАРАБОТНОЙ ПЛАТЕ**

Аннотация: В статье представлены аналитические результаты моделирования оценки человеческого капитала на основании расчета стоимости требований к соискателям вакансий, заявленных работодателями. На сегодняшний день оценка человеческого капитала осуществляется на основе статистических и натуральных измерений. Для решения этой задачи используются модели, но области и возможности их практического применения изучены недостаточно. Вместе с тем математические модели способны оценивать

непосредственно носителя человеческого капитала с учетом индивидуальных профессиональных, социальных, психологических индикаторов.

Ключевые слова: человеческий капитал, математическое моделирование, обучение моделей, стоимость компетенций, предлагаемая заработная плата.

Kondrashov D. M.

Specialist

***FSBI «All-Russian Research Institute of Labor» of the Ministry of
Labour and Social Protection of the Russian Federation***

Russia, Moscow

Petrikov A. E.

Specialist

***FSBI «All-Russian Research Institute of Labor» of the Ministry of
Labour and Social Protection of the Russian Federation***

Russia, Moscow

Katsaurova S. Yu.

Expert

***FSBI «All-Russian Research Institute of Labor» of the Ministry of
Labour and Social Protection of the Russian Federation***

Russia, Moscow

**THE POSSIBILITIES OF USING MATHEMATICAL MODELING
METHODS TO ANALYZE THE CAPITALIZATION OF EMPLOYEE
COMPETENCIES IN WAGES**

Abstract: The article presents analytical results of modeling human capital assessment based on the calculation of the cost of requirements for candidates for vacancies declared by employers. Nowadays human capital is assessed based on statistical and natural measurements. Models are used to solve this problem, but the areas and possibilities of their practical application have not been sufficiently studied. At the same time, mathematical models are capable of directly the subject of the human capital taking into account individual professional, social, psychological indicators.

Keywords: human capital, mathematical modeling, model learning, cost of competencies, proposed salary.

Социально-экономическое развитие страны невозможно без накопления человеческого капитала и улучшения его качественных характеристик. В современной практике анализа и прогнозирования оценка человеческого капитала осуществляется на основе статистических и натуральных измерений. Для решения этой задачи используются математические модели, но возможности их применения на сегодняшний день ограничены и недостаточно изучены. Вместе с тем модели способны формировать оценку непосредственно носителя человеческого капитала с учетом индивидуальных профессиональных, социальных и психологических индикаторов. В статье предлагаются результаты применения методов математического моделирования и обучения моделей на реальных данных отечественного рынка труда с целью стоимостной оценки человеческого капитала. Методологическую основу статьи составили теории человеческого капитала и математического моделирования социальных процессов [1].

Сам термин «человеческий капитал» был введен в научный оборот лауреатом Нобелевской премии Теодором Шульцем, который данное понятие определял как приобретенные человеком ценные качества,

которые могут быть усилены соответствующими вложениями [2]. Т. Шульц одним из первых выделил человеческий капитал в качестве основного производительного фактора постиндустриальной экономики. В свою очередь Гэри С. Бэккер, Лауреат Нобелевской премии по экономике 1992 года в развитие идей Т. Шульца обосновал эффективность вложений в воспроизводство человеческого капитала. В своей книге «Человеческий капитал» он определил данную сущность как совокупность имеющихся у индивида знаний, навыков и мотиваций. Инвестиции в него выражаются в затратах на образование, накоплении трудового опыта, затратах на здоровье, способности воспринимать новую информацию [3]. Таким образом свой капитал, а именно врожденные способности, приобретенные навыки, знания и сформированные мотивации работник используют для производства товаров и услуг, обеспечивая источник дохода для себя и благосостояние общества в целом.

В рамках изучения человеческого капитала, который обладает количественными и качественными характеристиками, отечественные экономисты и социологи используют и стоимостные, и натуральные методы оценки. Часто используется показатель среднего количества лет обучения, определяющий уровень образования (самая простая категория оценки человеческого капитала). Но также человеческий капитал оценивается и через показатели труда: уровень заработной платы, производительность труда, структуру и численность персонала [4].

Авторы данной статьи предлагают в рамках количественной оценки человеческого капитала рассматривать заработную плату не только как цену производительного труда работника, но прежде всего как регулятор взаимоотношений работника и работодателя (спроса-предложения на рынке труда) и индикатор эффективности их взаимодействия.

В статье представлены результаты исследования предложения вакансий на отечественном рынке труда, проведенного специалистами ФГБУ «ВНИИ труда» Минтруда РФ. Результаты получены путем анализа мониторинговых данных вакансий на отечественном рынке труда – требований работодателей к соискателям – с использованием методов машинного обучения. Таким образом были сформированы модели, которые обеспечивают возможности расчета и прогнозирования предлагаемой заработной платы работников, занятых в различных сферах экономической деятельности.

В качестве основного математического инструмента выбран наиболее универсальный и современный алгоритм регрессии на основании градиентного бустинга по решающим деревьям, предназначенный для работы с категориальными данными – CatBoostRegressor. Описание вакансий как раз представлено в виде категорий: наличие или отсутствие компетенции и вид условий работы (например, одно из множества вариантов уровня опыта).

На этапе выбора алгоритма для построения моделей CatBoost показал наилучшие метрики качества по сравнению с другими методами моделирования (LinearRegressor, DecisionTreeRegression, XGBoost, LightGBM), опробованными на рассматриваемых данных. Метрики RMSE¹ и MAPE² при качественной настройке модели показывают более низкие значения по сравнению с другими алгоритмами, поэтому эта методика выбрана для решения текущей задачи.

Авторы статьи выдвигают следующие гипотезы:

¹ RMSE - метрика в машинном обучении измеряет среднее различие между предсказанными значениями статистической модели и фактическими значениями.

² MAPE - метрика в машинном обучении, которая выражает среднее абсолютное отклонение прогнозируемых значений от фактических значений в процентах. По сути, метрика показывает, насколько прогнозы отклоняются от факта.

1. Величина предлагаемой заработной платы – это суммарная стоимость совокупности компетенций: знаний, навыков (полученных благодаря образованию и трудовому опыту), личных способностей и мотиваций работника, с учетом предлагаемых работодателем условий труда.

2. Каждая отдельная компетенция имеет стоимость и вносит вклад в общую сумму заработной платы.

3. Наличие или отсутствие отдельных компетенций оказывает прямое влияние на величину предлагаемой заработной платы.

Объектом анализа являются выборки вакансий³, в которых указаны значения предлагаемой кандидату заработной платы, относящихся к различным типовым позициям. Под типовой позицией понимается совокупность вакансий, которые объединяют близкие по содержанию требования работодателей к образованию, умениям и навыкам, трудовому функционалу, виду деятельности работников.

Итак, рассмотрим выборку вакансий, относящихся к определенной типовой позиции, как множество обработанных и структурированных наблюдений и соответственно множество значений заработной платы. Каждое наблюдение представлено текстовым описанием, которое в свою очередь декомпозировано на отдельные компетенции и другие условия трудоустройства (далее – признаки)⁴. Среди признаков выделяются бинарные переменные (компетенции) и категориальные переменные (уровень опыта, региональный рынок труда, год публикации вакансии и форма занятости).

³ Использованы исходные данные за период 2023 - I кв. 2025 гг. по результатам мониторинга вакансий работодателей, размещаемых на рекрутинговых порталах HeadHunter.ru, SuperJob.ru и Trudvsem.ru.

⁴ С целью сохранения аутентичного языка вакансий использованные работодателями формулировки приводятся без изменений. Уточнения даются курсивом.

Учитывая факт значительной территориальной дифференциации значений заработной платы в вакансиях, относящихся к одной типовой позиции (далее – ТП), был реализован механизм сглаживания – нивелирования колебаний и выбросов значений путем применения региональных коэффициентов.

Региональный коэффициент – поправочный коэффициент, который используется:

1. на этапе обучения модели для устранения выбросов и сглаживания временных рядов на отдельных подвыборках наблюдений (категория опыта работы, тип занятости, условия труда);

2. на этапе расчета заработной платы по обученной модели для восстановления (аналогично методике сглаживания тренда и учета влияния сезонности) [5].

Таким образом каждое наблюдение можно выразить через функцию:

$$S = R \cdot f(T, X) + \varepsilon,$$

где

S – заработная плата,

R – региональный коэффициент,

$T = (t_1, t_2, \dots, t_n)$ – бинарные признаки ($t_i \in \{0, 1\}$),

$X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ – другие дискретные параметры,

$f(T, X)$ – некоторая функция, аппроксимирующая зависимость заработной платы от набора признаков,

ε – случайная ошибка.

Отметим, что данная функция имеет строгие ограничения:

$$S \geq S_{\min},$$

$$f(T', X) \geq f(T, X), \text{ если } T' \geq T,$$

где T' формируется путем увеличения T , то есть добавлением хотя бы одного нового бинарного признака.

Выполняются следующие условия:

- значение заработной платы (S) для определенной ТП не должно быть меньше определенной величины – стоимости набора базовых признаков. Базовый набор является обязательными для кандидата с определенным опытом работы. По сути – это отправная точка для трудоустройства.

- добавление нового бинарного признака гарантированно не уменьшает значение функции.

Рассуждая в рамках формальной логики и здравого смысла, мы полагаем, что каждое дополнительное знание и умение имеет стоимость, что обеспечивает увеличение заработной платы на некую дельту по отношению к стоимости базового набора. Таким образом при выполнении второго условия мы имеем дело с монотонно неубывающей ступенчатой функцией.

Рассмотрим динамику предлагаемой заработной платы ТП «SMM-менеджер» в зависимости от набора признаков на примере следующей подвыборки наблюдений (параметров модели): невахтовая работа, полная занятость, работа в офисе, требование к опыту работы - 1–3 года, регион трудоустройства – г. Москва. Московский рынок труда выбран как площадка для анализа, поскольку он характеризуется наибольшим количеством наблюдений в целом и большим отраслевым разнообразием вакансий. Это один из самых больших и диверсифицированных рынков

труда в мире. В конце 2024 года в среднем на одного соискателя в столице приходилось 25 актуальных предложений трудоустройства [5].

Базовый набор признаков «SMM-менеджера» должен включать владение различными программами (Adobe Illustrator, Adobe Photoshop, CapCut, CorelDRAW, Figma), навыки копирайтинга, работы с социальными сетями и мессенджерами, ведения групп и аккаунтов, ведения рекламных кампаний и другие. Он должен иметь установку на саморазвитие, быть коммуникабельным, креативным и целеустремленным. Стоимость базового набора составляет сумму около 55 000 рублей. При наличии 10-ти дополнительных признаков (см. Таблицу 1) предлагаемая заработная плата «SMM-менеджера» может быть на 18,5% выше.

Таблица 1. «SMM-менеджер», стоимость дополнительных признаков в предлагаемой заработной плате на рынке труда г. Москвы, в руб.

№	Признаки (Т)	Стоимость, руб.
1	Навык работы с Adobe Photoshop	1593
2	Модерировать комментарии (обеспечивать соответствие содержания контента требованиям)	881
3	Взаимодействие с дизайнерами	3454
4	Многозадачность, интенсивность	0
5	Графические редакторы, программы (помимо базовых это могут быть GIMP и Sketch)	0
6	Размещать контент	0
7	Продвигать группы и аккаунты	0
8	Писать тексты	3429
9	Составлять ТЗ для дизайнеров	0
10	Осуществлять общение, взаимодействие с подписчиками	772

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

Практика анализа текстов вакансий показывает, что в большинстве случаев для фиксирования требования к кандидату работодатели ограничиваются упоминанием названий программных продуктов. Принимая во внимание эту особенность, можно утверждать, что упоминание Adobe Photoshop в сочетании с требованием навыка работы, свидетельствует об исключительной популярности именно этого графического редактора в данном профессиональном сегменте. Вклад данного признака по стоимости составляет 1 593 рубля. Динамика предлагаемой заработной платы в целом представлена на Рисунке 1.

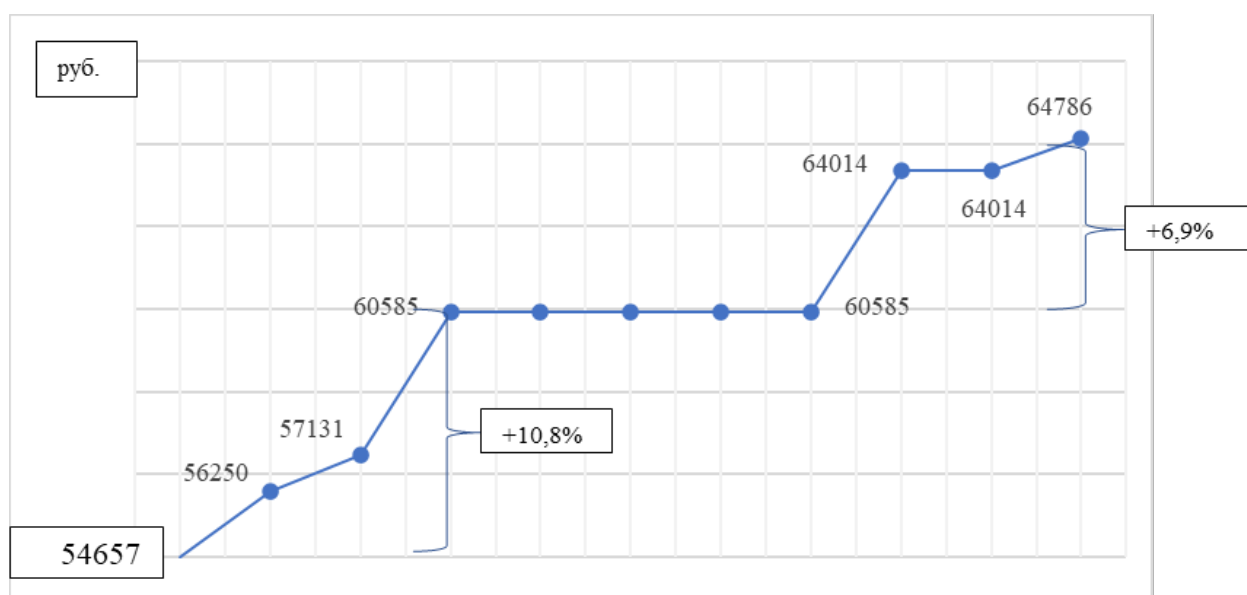


Рисунок 1. Вклад стоимости признаков в изменение размера предлагаемой заработной платы, ТП «SMM-менеджер».

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

На графике мы не наблюдаем поступательного последовательного прироста заработной платы с расширением набора признаков – имеет место эффект плато, стабилизация роста предлагаемой заработной платы на отметке 60 585 рублей и 64 014 рублей. Наиболее весомый вклад по стоимости вносит признак «Взаимодействие с дизайнерами» - 3 454 рубля. Предположим, что этот функционал, в понимании работодателя,

подразумевает «Многозадачность, интенсивность» и также он предполагает определенные навыки и знания в части применения различных графических редакторов, поэтому заработная плата не меняется. Усложнение функционала от размещения контента к его созданию («Написание текстов») и появление принципиально иной задачи («Составлять ТЗ для дизайнеров») сопровождается приростом заработной платы на 3 429 рублей.

Таким образом, первая заявленная авторами гипотеза полностью подтверждается, но вторая (о вкладе каждого признака в общую сумму заработной платы) – на данном примере не подтверждается. Поскольку одного примера очевидно недостаточно, мы используем для анализа подвыборку вакансий по другим ТП.

Рассмотрим динамику предлагаемой заработной платы для ТП «Личный помощник руководителя», «Машинист экскаватора» и «Повар-универсал» с применением аналогичных параметров к обученной модели каждой ТП.

Личный помощник руководителя, обладающий базовым набором признаков и имеющий опыт работы 1–3 года, может на столичном рынке труда рассчитывать на заработную плату $\approx 62\,000$ рублей. От него потребуются аккуратное выполнение поручений и указаний руководителя, а также ведение рабочего календаря и графика встреч руководителя, планирование встреч и переговоров, прием звонков, организация телефонной и видео конференцсвязи, организация, подготовка переговоров и встреч, в том числе с лицами, принимающими решение и др. Личный помощник должен находиться в постоянном контакте с руководителем.

При наличии 10 дополнительных признаков предлагаемая заработная плата «Личного помощника руководителя» может увеличиться на 29,7%, то есть до уровня 81 000 рублей (см. Таблицу 2).

Таблица 2. «Личный помощник руководителя», стоимость дополнительных признаков в предлагаемой заработной плате на рынке труда г. Москвы, в руб.

№	Признаки (Т)	Стоимость, руб.
1	Работа с первичной документацией (<i>документами для бухгалтерского учета</i>)	6011
2	Ведение, подготовка, оформление протоколов заседаний, совещаний, встреч	2757
3	Навык работы с MS Office (программами семейства MS Office)	2031
4	Навык работы с персональным компьютером (ПК) / ноутбуком	1702
5	Навык работы с оргтехникой	1688
6	Составление, оформление, подготовка писем	1602
7	Ответ на звонки, прием звонков	1308
8	Административная поддержка руководителя (<i>комплексное решение административных задач</i>)	840
9	Дисциплинированность	0
10	Умение планировать рабочий день, задачи, время	484

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

Отметим, что максимальный, 10-процентный прирост относительно стоимости базовых признаков обеспечивает умение работать с первичной документацией. В данном случае дельта последовательно формируется многими слагаемыми функционала секретаря. Модель отражает интерес работодателей к навыкам ведения протоколов совещаний, владению пакетом программ MS Office, навыкам работы с оргтехникой, который имеет стоимостной эквивалент – вклад в общую сумму предлагаемой заработной платы 8,0%.

Наблюдаемая стабилизация заработной платы объясняется закономерным сочетанием способности помощника комплексно администрировать работу руководителя и его внутренней дисциплины.

Собственно умение работника грамотно ежедневно распределять свое рабочее время для решения имеющихся задач, не разбрасываться, следует рассматривать скорее всего как дефолтный⁵ признак. Этим объясняется малый вклад 3 признаков в общую сумму заработной платы – только 1,6%. Динамика предлагаемой заработной платы относительно стоимости базового набора представлена на Рисунке 2.

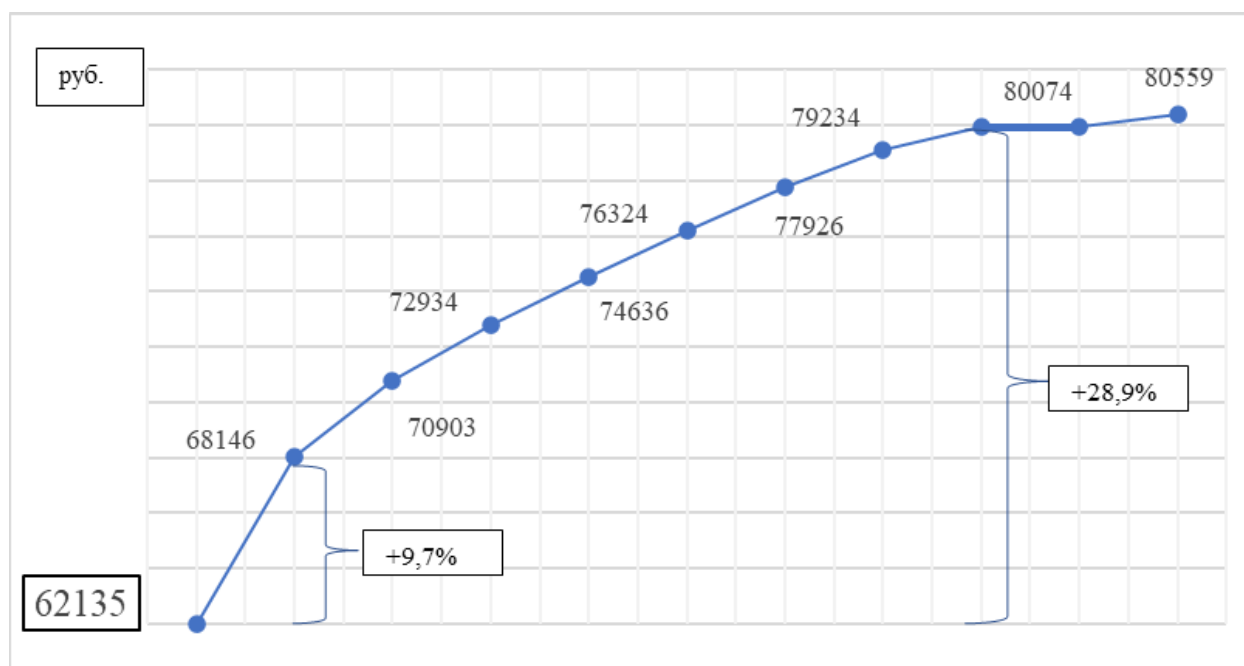


Рисунок 2. Вклад стоимости признаков в изменение размера предлагаемой заработной платы, ТП «Личный помощник руководителя»

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

Для выявления влияния регионального коэффициента проведен расчет предлагаемой заработной платы «Личного помощника руководителя» на рынках Калининградской, Нижегородской и Тюменской областей. Модель показывает значимые региональные различия по стоимости одного и того же набора признаков. Соответственно предлагаемые суммы заработной платы в этих регионах составили $\approx 58\,700$ рублей (региональный диапазон типовых зарплат 31 000–64 000 рублей), $\approx$

⁵ Устанавливается «по умолчанию».

70 400 рублей (диапазон 30 000–64 000 рублей) и $\approx$ 61 000 рублей (диапазон 37 000–81 000 рублей) [7].

Базовый набор признаков для «Повара-универсала» на московском рынке труда стоит $\approx$ 64 600 рублей. В него входят навыки приготовления первых и вторых блюд, холодных и горячих закусок, салатов, а также приготовления бургеров, гамбургеров, хот-догов, сэндвичей, кроме того, различных полуфабрикатов, заготовок блюд. «Повар-универсал» обязан знать и соблюдать в работе санитарные нормы и правила, гигиенические нормативы (СанПиН, ГН). Очевидно «Повар-универсал» трудится как в горячем, так и в холодном цехе. Он владеет множеством различных рецептов и технологий приготовления блюд и напитков.

По результатам расчета на базе обученной модели данной ТП получена сумма предлагаемой заработной платы на уровне 86 780 рублей, то есть на + 34,3% к стоимости базы. Стоимость 10 дополнительных признаков представлена в Таблице 3.

Таблица 3. «Повар-универсал», стоимость дополнительных признаков в предлагаемой заработной плате на рынке труда г. Москвы, в руб.

№	Признаки (Т)	Стоимость, руб.
1	Приготовление соусов	9316
2	Приготовление роллов	2487
3	Приготовление супов	1409
4	Приготовление пиццы	1217
5	Приготовление гарниров	0
6	Соблюдение технологии приготовления блюд и напитков	3367
7	Знание сроков и условий хранения продуктов и блюд	2734
8	Контроль сроков годности, сроков реализации продукции	0
9	Аккуратность	542

№	Признаки (Т)	Стоимость, руб.
10	Участие в инвентаризациях	1093

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

В иерархии, сложившейся в ресторанном бизнесе, мастер соусов (соусье) – это одна из самых сложных и престижных позиций. Этот специалист отвечает за приготовление разнообразных соусов и всех блюд с ними (холодных и горячих). Высокая стоимость признака «Приготовление соусов» подтверждает уникальность и востребованность этих компетенций (вклад в общий прирост максимальный - 14,4%).

Неотъемлемой составляющей эффективности повара-универсала является знание особенностей приготовления блюд и их ингредиентов, что объясняет высокую стоимость признака «Соблюдение технологии приготовления блюд и напитков» (вклад в общую сумму 3,9%). Знание сроков и условий хранения продуктов и их контролирование неразрывно связаны. Ресторатор платит работнику не только за знания, но и за умение применять свои знания на практике наилучшим образом. Модель учитывает эту связь между двумя признаками при расчете стоимости, при этом перераспределяет стоимость на более редкий признак («Знание сроков...»), который имеет информационную ценность для более частотного признака («Контроль сроков...»)⁶. Динамика предлагаемой заработной платы в целом представлена на Рисунке 3.

⁶ Редкий признак – это редко встречающееся в текстах вакансий требование.

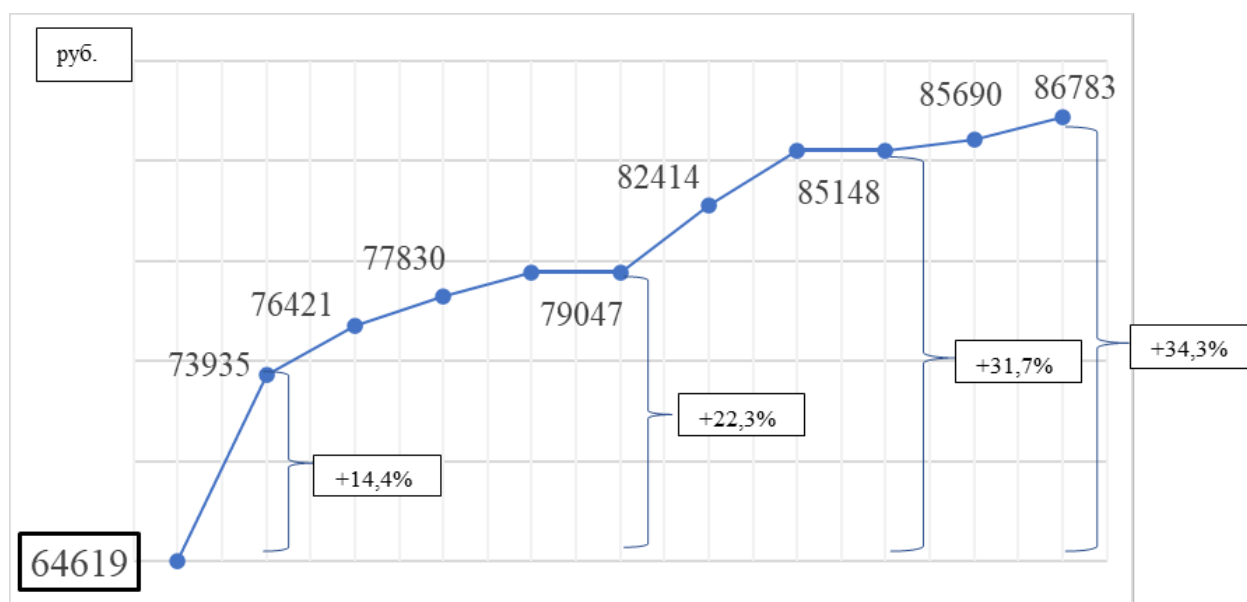


Рисунок 3. Вклад стоимости признаков в изменение размера предлагаемой заработной платы, ТП «Повар-универсал»

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

Для оценки региональной неоднородности и вариативности зарплатных предложений рассчитаны суммы предлагаемой заработной платы «Повара-универсала» в 3-х регионах активного туризма, сопровождающегося развитием сферы гостеприимства: Краснодарском крае, Ленинградской области и Республике Крым. Они равны соответственно $\approx 67\,600$ рублей, $\approx 75\,200$ рублей и $\approx 61\,500$ рублей. В Краснодарском крае рассчитанное на базе обученной модели значение соответствует верхней границе диапазона типовых зарплат, в Ленинградской области оно несколько ниже (81 000 рублей), а в Республике Крым – значимо выше (53 000 рублей) [7].

В качестве последнего примера сделан расчет стоимости базового набора признаков и предлагаемой заработной платы для ТП «Машинист экскаватора». Стоимость базового набора требований на столичном рынке труда находится на уровне 81 600 рублей, а предлагаемая заработная плата на 36,6% выше.

Таблица 4. «Машинист экскаватора», стоимость дополнительных признаков в предлагаемой заработной плате на рынке труда г. Москвы, в руб.

№	Признаки (Т)	Стоимость, руб.
1	Разработка траншей	0
2	Засыпка траншей	0
3	Разработка, перемещение и планировка грунтов	0
4	Выполнение ремонтных работ	0
5	Планировка площадей при устройстве выемок	0
6	Техническое обслуживание и ремонт экскаватора	217
7	Выполнение работ по рекультивации (<i>комплекс работ: выемка и перемещение грунта, разработка траншей, формирование дренажной системы и др.</i>)	21783
8	Проведение вскрышных работ (<i>удаление горных пород</i>)	7871
9	Выносливость, высокая работоспособность	0
10	Внимательность	0

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

Максимальный вклад в общую сумму предлагаемой заработной платы вносит признак «Выполнение работ по рекультивации» – 19,5%. Модель, учитывая связь релевантного для профессии высокочастотного признака «Выносливость и высокая работоспособность» (частота упоминания – 1366) и 2-х редких признаков: «Выполнение работ по рекультивации», частота – 131 и «Выполнение вскрышных работ», частота – 88, перераспределяет стоимость на редкие признаки как на содержательно информативные.

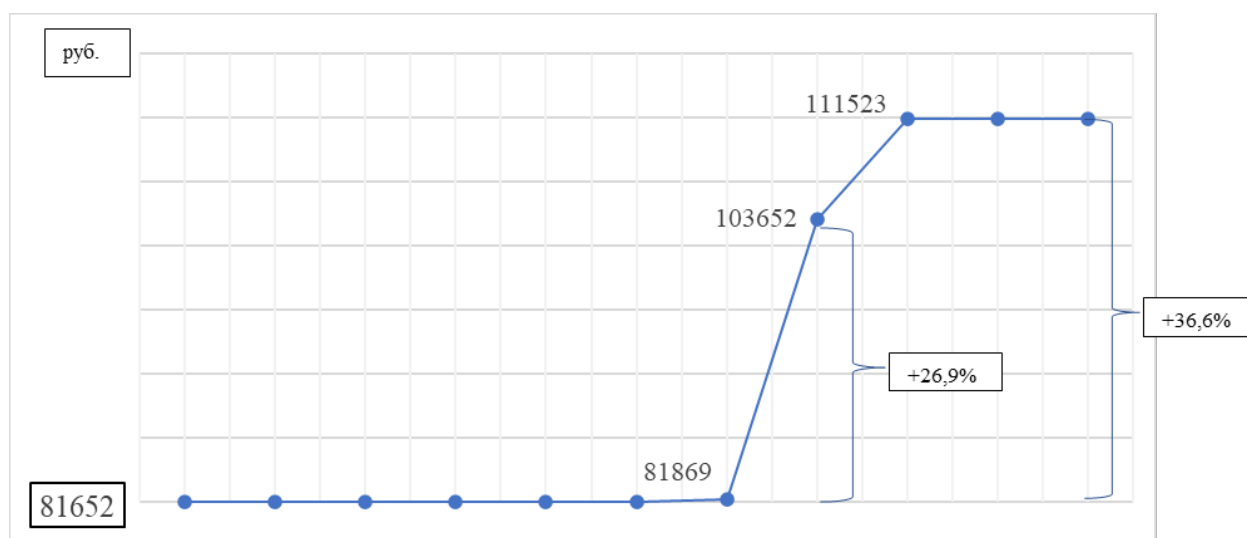


Рисунок 4. Вклад стоимости признаков в изменение размера предлагаемой заработной платы, ТП «Машинист экскаватора»

Источник: Составлено авторами на данных обученной модели ТП

Данная ТП выделяется отсутствием в структуре предлагаемой заработной платы стоимостного эквивалента 7-ми дополнительных признаков из 10-ти. Авторы видят причину в большой вариативности формулировок в текстах вакансий, относящихся к этой ТП. Первые 3 признака частотные, но тем не менее они являются результатом используемой частью работодателей детализации базовых требований – «Разработка грунтов», «Выполнение дорожно-строительных работ». Также и признак «Выполнение ремонтных работ» коррелирует по смыслу с базовым «Техническое обслуживание и ремонт техники».

Приведенные выше примеры позволяют утверждать, что из трех выдвинутых авторами гипотез две нашли подтверждение. Величина предлагаемой заработной платы — это всегда суммарная стоимость совокупности признаков, а наличие отдельных компетенций оказывает прямое влияние на величину предлагаемой заработной платы. У каждой ТП, взятой в качестве примера, выделяются такие признаки: умение писать тексты у «SMM-менеджера», навыки работы с первичной (бухгалтерской)

документацией у «Личного помощника руководителя», навыки приготовления соусов у «Повара-универсала» и умения выполнять комплекс работ по рекультивации у «Машиниста экскаватора». В то же время у каждой ТП в структуре предлагаемой заработной платы имеют место элементы с нулевой стоимостью, которые либо вообще не вносят вклад в общую сумму, либо вносят, но только в сочетании с другими признаками (например, дисциплинированность работника в сочетании с умением планировать рабочий день).

В связи с обозначенной спецификой рынка труда представляют интерес актуальные результаты опроса россиян о профессиональных навыках, представленные Аналитическим центром ВЦИОМ в апреле 2025 года. Специалисты ВЦИОМ утверждают, что несмотря на рост востребованности навыков для карьерного продвижения, их влияние на уровень доходов граждан не увеличивается после 2013 года. Это указывает на противоречие: рынок требует от работников квалификации, но не готов полноценно ее капитализировать в оплате труда [8]. Проведенное авторами статьи исследование, что важно с использованием иной методологии, приводит к схожим по сути выводам - имеет место капитализация далеко не всех признаков, фиксируемых работодателями в описаниях вакансий. Также важно отметить, что обученные модели позволили проследить отличия в формировании предлагаемой заработной платы и увидеть «индивидуальность» каждой ТП - например, сумму большинства слагаемых с континуальным ростом у «Личного помощника руководителя», но скачкообразный, дискретный характер изменений у «SMM-менеджера» и «Машиниста экскаватора».

Таким образом использование методов математического моделирования предоставило широкие возможности дифференцированной количественной оценки человеческого капитала через заработную плату.

Обученные модели являются в данном случае основой для выводов о существующем на отечественном рынке труда спросе на компетенции со стороны работодателей и их потенциальной готовности к капитализации необходимых компетенций в заработной плате.

Проведенный комплексный анализ данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Моделирование с использованием методов машинного обучения — это современный, эффективный прикладной инструмент для стоимостной оценки спроса на рынке труда. Обученные модели могут применяться и для расчета суммарных значений заработной платы, и для расчета стоимости отдельных компетенций (навыков, знаний и других способностей) соискателей.

2. При обучении моделей на исторических данных были получены валидные результаты для различных типовых позиций - стоимость базовых и дополнительных требований. На данных моделей подтверждена региональная неоднородность российского рынка труда, когда наблюдаются значимые отличия стоимости одного и того же набора требований в разных регионах страны.

3. Представленные расчеты построенных моделей по прогнозированию заработной платы отражают реальную динамику рынка труда. Графическая визуализация результатов моделирования доказательно отражает различия спроса на компетенции, который выражается в готовности работодателей их капитализировать.

4. Комплексный анализ данных позволил не только проследить, как именно происходит капитализация компетенций работников, но и сделать вывод, что при отсутствии универсального алгоритма у каждой типовой позиции есть компетенции с нулевой стоимостью, то есть далеко не каждая востребованная на рынке компетенция вносит вклад в общую

сумму предлагаемой кандидату заработной платы. Преимущество моделей в том, что они дают базу для углубленного анализа причин возникновения нулевой стоимости в каждом конкретном случае.

5. В контексте интерпретации представленной информации человеческий капитал следует рассматривать как отражение конъюнктуры рынка труда, для которой характерна изменчивость под влиянием технологических и социально-экономических факторов. В связи с этим обучение моделей на актуальных данных имеет серьезный прогнозный потенциал - возможности для отслеживания и изучения тенденций рынка, спроса на человеческий капитал.

Использованные источники:

1. Козырев Д.Д., Ампилова Н.Б. Математические модели в социологии и методы их исследования // Компьютерные инструменты в образовании, 2016. № 5. С. 5-16.
2. Медведева, О. В. Человеческий капитал: понятие, структура и основные характеристики / О. В. Медведева // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2019. – № 7(41). – С. 80-86.
3. Попов Г.Г., Амир Реза Никпур Теория человеческого капитала Гэрри Бэккера применительно к анализу российского рынка образовательных услуг // Вестник Государственного университета просвещения. Серия: Экономика. — 2010. — № 2. — С. 5-9.
4. Абдулхаирова Э. М. Взаимосвязь между заработной платой, производительностью труда и качеством человеческого капитала // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. – 2020. – № 2(51). – С. 127-133.
5. Дауб И. С. Исследование статистических методов прогнозирования временных рядов с трендом и сезонностью // StudNet. – 2021. – Т. 4, № 5.
6. Каждая третья вакансия на московском рынке труда – для квалифицированных рабочих — URL: https://dzen.ru/a/Z2J9Fn9s_m2c88zh (дата обращения: 05.08.2025).
7. Рейтинг регионов России по зарплатам – 2024 // РИА Новости. — URL: <https://ria.ru/20241118/zarplata-1984243384.html> (дата обращения: 05.08.2025).
8. Кадры для растущей экономики // ВЦИОМ. — URL: <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/kadry-dlja-rastushchei-ehkonomiki> (дата обращения: 05.08.2025).