

12-25-2020

## DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR SUPPORTING DECISION-MAKING IN SELF-GOVERNMENT BODIES USING MACHINE LEARNING

X J. Raximboyev

*Urgench branch of Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi*, radiofizik2012@mail.ru

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi>

---

### Recommended Citation

Raximboyev, X J. (2020) "DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR SUPPORTING DECISION-MAKING IN SELF-GOVERNMENT BODIES USING MACHINE LEARNING," *Scientific-technical journal*: Vol. 3 : Iss. 6 , Article 4.

Available at: <https://uzjournals.edu.uz/ferpi/vol3/iss6/4>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific-technical journal by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact [sh.erkinov@edu.uz](mailto:sh.erkinov@edu.uz).

## SHORT MESSAGES

**DEVELOPMENT OF THE ALGORITHM FOR SUPPORTING DECISION-MAKING IN SELF-GOVERNMENT BODIES USING MACHINE LEARNING****Raximboyev X.J.**

Urgench branch of Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi

**РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНАХ САМОУПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ****Рахимбоев Х.Ж.**

Ургенчский филиал Ташкентского университета информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий

**ЎЗ-ЎЗИНИ БОШҚАРИШ ОРГАНЛАРИДА ҚАРОР ҚАБУЛ ҚИЛИШГА КЎМАКЛАШУВЧИ МАШИНАЛИ ЎҚИТИШГА АСОСЛАНГАН АЛГОРИТМ ЯРАТИШ****Рахимбоев Х.Ж.**

Мухаммад ал-Хоразмий номидаги Тошкент ахборот технологиялари университети Урганч филиали

**Abstract:** The article deals with the problem of constructing a model and algorithm for decision support in self-government bodies using machine learning. The method of multiple linear regression for processing the training sample was chosen as a machine learning method. In the training sample, independent data consists of parametric estimates in numerical form of self-government bodies in three areas of activity, such as education, social environment and crime. And the dependent parameter consists of generalized expert assessments of self-government bodies, also in numerical form. The model and algorithm of the decision support process using the method of multiple linear regression are constructed. Based on the constructed model and the proposed algorithm, the coefficients of the function for decision support are identified. Using this model, a generalized expert assessment is determined for the new self-government body in numerical form, which is interpreted as a proposed solution for improving the condition of the object.

**Key words:** model, algorithm, function, training sample. data processing, expert evaluation, parametric evaluation, decision support, machine learning, multiple linear regression, function coefficients, local governments, statistics, weights, IDEFO.

**Аннотация:** В статье рассмотрена проблема построения модели и алгоритма поддержки принятия решений в органах самоуправления методом машинного обучения. В качестве метода машинного обучения выбрано метод множественной линейной регрессии для обработки обучающей выборки. В обучающей выборке независимые данные состоят из параметрических оценок в числовой форме органов самоуправления по трем сферам деятельности, как, образования, социальная среда и преступность. А зависимая параметр состоит из обобщенных экспертных оценок органов самоуправления, тоже в числовой форме. Построена модель и алгоритм процесса поддержки принятия решений с применением метода множественной линейной регрессии. На основе построенной модели и предложенного алгоритма выявлены коэффициенты функции для поддержки принятия решения. При помощи этой модели для нового органа самоуправления определяется обобщенная экспертная оценка в числовом виде, которая трактовано как предложенная решения для улучшения состояния объекта.

**Ключевые слова:** модель, алгоритм, функция, обучающая выборка, обработка данных, экспертные оценки, параметрическая оценка, поддержка принятия решения, машинное

---

**SHORT MESSAGES**

---

обучения, множественная линейная регрессия, коэффициенты функции, органы местного самоуправления, статистические данные, весовые коэффициенты, IDEF0.

***Аннотация:** Мақолада машинали ўқитиш усули билан ўз – ўзини бошқариш органларида қарор қабул қилишга кўмаклашиш учун модел ва алгоритм яратиш масаласи кўриб чиқилган. Машинани ўқитиш усули сифатида ўқитилувчи танлангани қайта ишлаш учун кўп ўлчовли чизиқли регрессия усули танланган. Ўқитилувчи танламада боғлиқ бўлмаган маълумотлар ўз-ўзини бошқариш органларининг таълим, ижтимоий муҳит ва жиноятчилик каби учта фаолият соҳаси бўйича сонли кўринишидаги параметрик баҳолардан иборат. Боғлиқ бўлган параметр ҳам сонли кўринишида бўлиб, улар ўз – ўзини бошқариш органларининг жорий фаолият соҳалари бўйича олинган экспертларнинг умумлаштирилган баҳосидан иборат. Кўп ўлчовли регрессия усули ёрдамида қарор қабул қилишни қўллаб-қувватлаш жараёнининг модели ва алгоритми қурилди. Қурилган модел ва таклиф қилинган алгоритм асосида қарор қабул қилишни қўллаб-қувватлаш учун функция коэффициентлари аниқланди. Ушбу модел ёрдамида янги ўзини ўзи бошқариш органи учун эксперт баҳосининг сонли қиймати ҳисобланади. Эксперт баҳосининг сонли қийматига мос ечим ва таклифлардан иборат талқини объект ҳолатини яхшилланишига олиб келувчи қарор таклифи сифатида қабул қилинади.*

**Калит сўзлар:** модел, алгоритм, функция, ўқитилувчи танланма, маълумотларни қайта ишлаш, эксперт баҳолари, параметрик баҳолар, қарор қабул қилишга кўмаклашиш, машинали ўқитиш, кўп ўлчовли чизиқли регрессия, функция коэффициентлари, ўз – ўзини бошқариш органи, статистик маълумотлар, вазн коэффициентлари, IDEF0.

### **Введение**

Принятие управленческих решений является на сегодняшний день актуальной темой, так как для эффективной и бесперебойной работы организации необходимо правильно и своевременно принимать управленческие решения. В настоящее время руководители при принятии решения все больше основываются на анализе данных конкретной ситуации и уходят от принятия решения, основанном на интуиции. Управленческое решение конкретизируется в виде программы; в ней указываются перечень мероприятий, методы их осуществления, сроки и границы действий, круг исполнителей, а так же планируемые результаты и критерии их оценки.

При повышении качества жизни население и развития региона, в том числе органов самоуправления, руководители должны уделять особое внимание на экономический и социальный состояния региона [1]. Состояния развития региона оценивается показателями соответствующей сферы деятельности.

### **Постановка задачи**

В данной статье объектом исследования выступают органы самоуправления [2], а предметом – поддержка принятия решений на основе машинного обучения линейной регрессией. При этом основная задача заключается в следующем: на основе машинного обучения числовых оценок состояния развития по направлениям деятельности махалля и соответствующих решений экспертов выраженные числами, поддержка принятия решений для новой махалля.

### **Структура обучающей выборки.**

Для машинного обучения вышеуказанных исходных данных выбрано метод линейной регрессии [3, 4, 5]. В задаче регрессионного анализа всегда есть обучающая выборка, состоящая из входных параметров и откликов, а также начальная параметрическая модель.

В методе машинного обучения с использованием линейной регрессии [6], используемом для решения поставленной задачи, входящие данные, то есть обучаемый выборка будет состоять из параметрических оценок рассчитанных на основе статистических показателей состояния сфер деятельности махалли и экспертных оценок [7].

Параметрическая оценка проведено на основе соответствующих статистических данных, то есть показателей по сферам деятельности, как, образовательная деятельность,

## SHORT MESSAGES

состояния социальной среды и преступности в органах управления. При вычислении параметрической оценки использовались три способа определения весовых коэффициентов статистических показателей. В итоге были получены результаты параметрической оценки образовательной деятельности, социальной среды и преступности по три различным методам определения весов показателей, в общей сложности получено тройка параметрической оценки для трех сфер деятельности одного объекта [8]. Экспертная оценка для всей тройку параметрических оценок одинаковый. Пример параметрических оценок для одной махалля приведено таблице 1.

**Таблица 1. Пример параметрических оценок для одной махалля**

№	Способ определения весов	Образовательная деятельность	Социальная среда	Преступность	Экспертная оценка
1.	Суммирования (без весов)	0,392	0,041	-1,201	79
2.	Ранжирования	-0,268	0,003	-0,068	79
3.	Приписывания баллов	14,482	0,003	-0,078	79

В качестве зависимых исходных данных применяется оценки экспертов полученное в процентной шкале. Вместе с тем, экспертные оценки трактуется как заключения, решения и предложений решения, которые необходимы для повышения эффективности и состояния сфер деятельности и приведущие к положительным изменениям соответствующих сфер деятельности.

### Решения

Здесь на основе алгоритма машинного обучения определяются адаптивные функции приведения обобщенных параметрических оценок объектов к экспертным оценкам по соответствующим объектам. Выявленная функция адаптивности дает возможность определить экспертную оценку нового объекта на основе его параметрических оценок.



Рис 1. Функциональная модель IDEF0 для ППР.

## SHORT MESSAGES

На следующем рисунке показано функциональная модель IDEFO для поддержки принятия решений на основе машинного обучения линейной регрессией [9].

Из модели IDEFO на рисунке 1 видно, что в процессе, поддержки принятия решения, поступающая информация имеет векторную или матричную форму и состоит только из числовых данных.

При этом входящая информация – это информация в виде матрицы для решения задачи поддержки принятия решения. Это параметрические оценки сферы деятельности и экспертные оценки.

В качестве метода используется метод определения функции адаптивности с помощью множественной линейной регрессии, которая влияет на модель.

В качестве критериев, влияющих на модель, можно выделить погрешности и аппроксимацию, а также в качестве выходящих данных из модели результатов интеллектуального анализа.

*Машинная обучения на основе линейной регрессии.* Линейная регрессия – это регрессионная модель зависимости одной (объясняемой или зависимой) переменной  $y$  от другой или нескольких других переменных (факторов, регрессоров, независимых переменных)  $x$  с линейной функцией зависимости.

**Определение.**

При парной регрессии модель выглядит следующим образом

$$y = f(x, b) + \varepsilon, E(\varepsilon) = 0, \quad (1)$$

где  $b$  — параметры модели,  $\varepsilon$  — случайная ошибка модели; называется линейной регрессией, если функция регрессии  $f(x, b)$  имеет вид:

$$f(x, b) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k, \quad (2)$$

где  $b_j$  — параметры (коэффициенты) регрессии,  $x_j$  — регрессоры (факторы модели),  $k$  — количество факторов модели **Error! Bookmark not defined.**

Проще говоря, линейная регрессия - это поиск функции, скорее нахождения значений функции для линии, которая почти соответствует заданным данным, чтобы можно было предсказать будущие значения.

Коэффициенты линейной регрессии показывают скорость изменения зависимой переменной по данному фактору, при фиксированных остальных факторах (в линейной модели эта скорость постоянна):

$$\forall j b_j = \frac{\partial f}{\partial x_j} = const \quad (3)$$

Параметр  $b_0$ , при котором нет факторов, называют часто константой. Формально — это значение функции при нулевом значении всех факторов. Для аналитических целей удобно считать, что константа — это параметр при «факторе», равном 1 (или другой произвольной постоянной, поэтому константой называют также и этот «фактор»). В таком случае, если перенумеровать факторы и параметры исходной модели с учетом этого (оставив обозначение общего количества факторов —  $k$ ), то линейную функцию регрессии можно записать в следующем виде, формально не содержащем константу:

$$f(x, b) = b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k = \sum_{j=1}^k x_j^T b, \quad (4)$$

где  $x^T = (x_1, x_2, \dots, x_k)$  — вектор регрессоров,  $b = (b_1, b_2, \dots, b_k)^T$  — вектор-столбец параметров (коэффициентов).

Линейная модель может быть как с константой, так и без константы. Тогда в этом представлении первый фактор либо равен единице, либо является обычным фактором соответственно.

*Парная и множественная регрессия.* В частном случае, когда фактор единственный (без учёта константы), говорят о парной или простейшей линейной регрессии:

$$y_i = a + bx_i + \varepsilon_i \quad (5)$$

## SHORT MESSAGES

Когда количество факторов (без учёта константы) больше 1-го, то говорят о множественной регрессии:

$$Y = b_0 + b_1x_{i1} + \dots + b_jx_{ij} + \dots + b_kx_{ik} + e_i \quad (6)$$

*Матричное представление параметрических оценок по сферам деятельности объекта.* Мы имеем выборка количеством  $n$  параметрических оценок  $x$ , которые получено по трем методам параметрической оценки и экспертные оценки (предложения и решения)  $y$  по объектам. Обозначим  $t$  — номер объекта в выборке. Тогда  $y_t$  — значение переменной  $y$  в  $t$ -м объекте,  $x_{ij}$  — значение  $j$ -го фактора в  $t$ -м объекте.

Соответственно,  $x_t^T = (x_{t1}, x_{t2}, \dots, x_{tk})$  — вектор регрессоров в  $t$ -м объекте. Тогда линейная регрессионная зависимость имеет место в каждом наблюдении:

$$y_t = b_1x_{t1} + b_2x_{t2} + \dots + b_kx_{tk} = \sum_{j=1}^k b_jx_{tj} = x_t^T b + \varepsilon_t, E(\varepsilon_t) = 0, t = 1..n \quad (7)$$

Введём обозначения:

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} \text{ — вектор экспертных оценок зависимой переменной } y; \quad (8)$$

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1k} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2k} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nk} \end{pmatrix} \text{ — матрица факторов;} \quad (9)$$

$$\varepsilon = \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \dots \\ \varepsilon_n \end{pmatrix} \text{ - вектор случайных ошибок} \quad (10)$$

Тогда модель линейной регрессии можно представить в матричной форме:

$$y = Xb + \varepsilon \quad (11)$$

Алгоритм поддержка принятия решений на основе машинного обучения с линейной регрессией. Пошаговый вид алгоритма, разработанного для решения задачи обучения линейной регрессией параметрических оценок и экспертных оценок на основе данных формул, выглядит следующим образом:

Этап 1: вычисленные параметрические оценки сфер деятельности каждого объекта загружаются в массив  $X[i,j]$ , т. е. формируется независимая факторная матрица, соответствующая формуле (8);

Этап 2: зависимые факторы, состоящие из экспертных оценок, образуют вектор  $y$  приведенный в формуле (7);

Этап 3: методом наименьших квадратов вычисляется значения коэффициентов  $b_0, b_1 \dots b_k$  в формуле (6);

Этап 4: вычисляется значения  $\varepsilon_t$  в формуле (6);

Этап 5: для нового объекта вычисляется параметрическая оценка соответствующих сфер деятельности;

Этап 6: на основе вычисленных значений  $b_0, b_1 \dots b_k$  и  $\varepsilon_t$  по формуле (11) соответствующая значения экспертной оценки, которая предлагается в качестве решения проблемы и улучшения состояния для текущего объекта.

### Результат

В результате вычисления выше приведенного алгоритма определяется следующие (рисунок 1) значения параметров в формуле (2)  $f(x, b) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k$ :

$$b_0 = -0,167; b_1 = 0,281; b_2 = -0,517; b_3 = 0,375.$$

## SHORT MESSAGES

И для каждого способа определения весовых коэффициентов показателей модель выгладить, следующим образом, соответственно результатам вычисления приведенной таблицах2-4:

$$f(x,b) = -0,167 + 0,281x_1 - 0,517x_2 + 0,375x_3$$

$$f(x,b) = -0,103 + 0,27x_1 - 0,422x_2 + 0,362x_3$$

$$f(x,b) = -0,469 + 0,1x_1 - 0,662x_2 + 0,523x_3$$

**Таблица2. Результаты при вычислении веса показателей методом приписывания баллов**

№	Переменные	Коэффициент	Std. Err.	t-value	P> t
1	Оценка обра-зования, $x_1$	$b_1=0.281$	0.044	6.375	0
2	Оценка социальной среды, $x_2$	$b_2=-0.517$	0.067	-7.769	0
3	Оценка преступности, $x_3$	$b_3=0.375$	0.076	4.959	0
4	Случайная ошибка модели	$b_0=-0.167$	0.055	-3.025	0.003

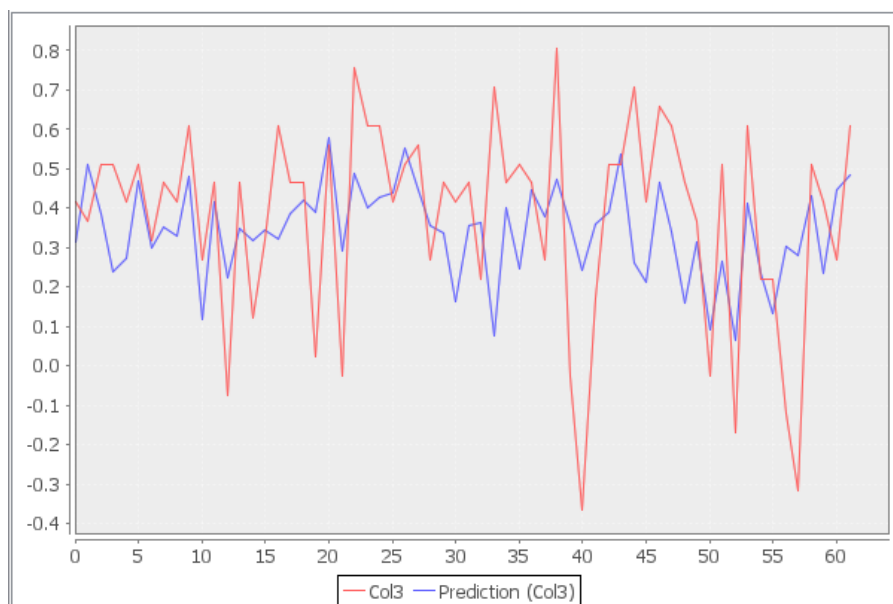
**Таблица 3. Результаты при вычислении веса показателей методом ранжированием.**

№	Переменные	Коэффициент.	Std. Err.	t-value	P> t
1	Оценка образования, $x_1$	$b_1 = 0.027$	0.042	0.65	0.516
2	Оценка социальной среды, $x_2$	$b_2 = -0.422$	0.065	-6.508	0
3	Оценка преступности, $x_3$	$b_3 = 0.362$	0.09	4.041	0
4	Случайная ошибка модели	$b_0 = -0.103$	0.066	-1.56	0.12

**Таблица. Результаты при без учета веса показателей.**

№	Переменные	Коэффициент	Std. Err.	t-value	P> t
1	Оценка образования $-x_1$	$b_1 = -0.1$	0.051	-1.972	0.049
2	Оценка социальной среды $-x_2$	$b_2 = -0.662$	0.096	-6.881	0
3	Оценка преступности- $x_3$	$b_3 = 0.523$	0.105	4.963	0
4	Случайная ошибка модели	$b_0 = -0.469$	0.096	-4.879	0

График взвешенных линейной функцией и реальных значений экспертных оценок приведено рисунке 2а, 2б и 2в.



## SHORT MESSAGES

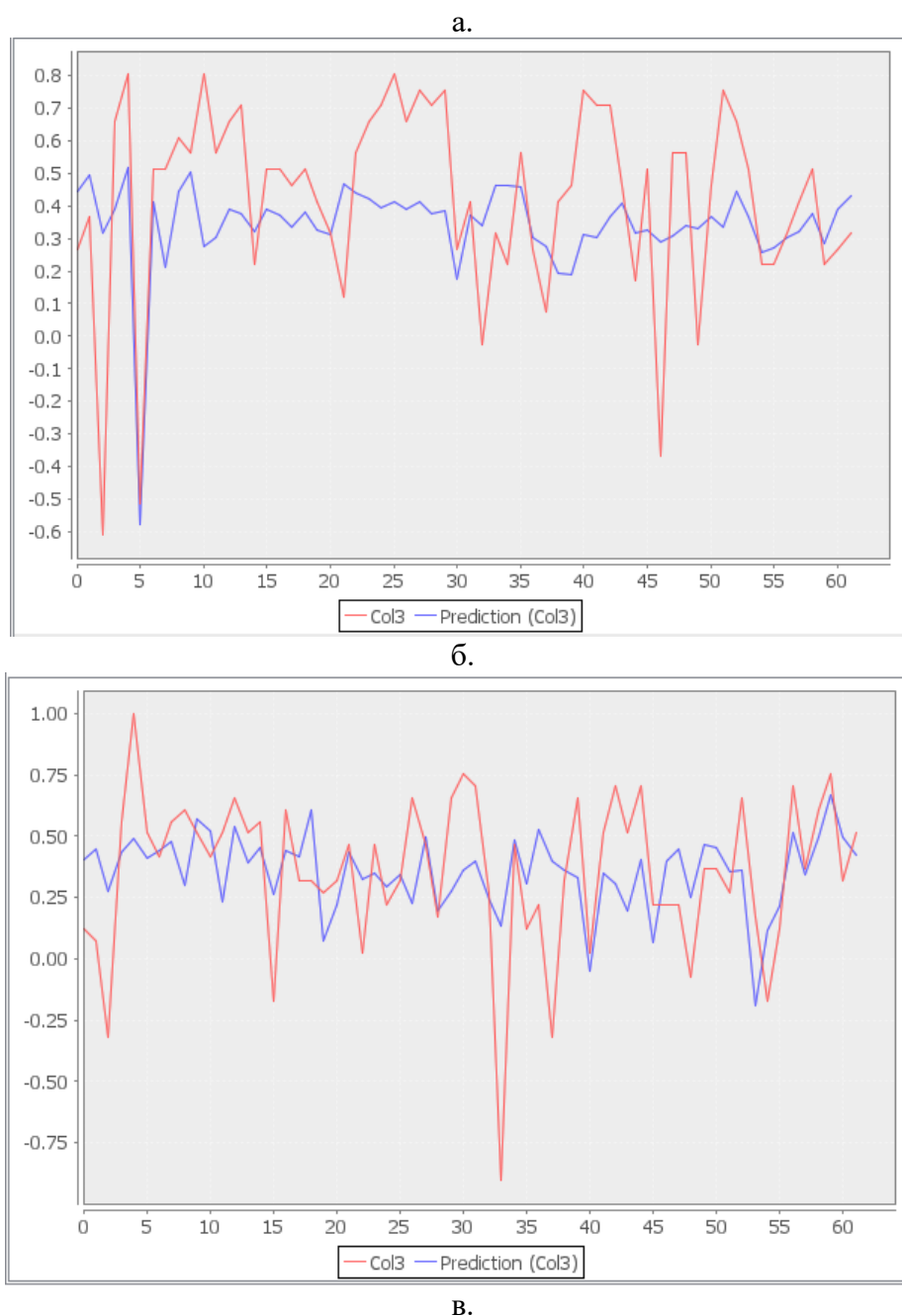


Рис 2. Результаты машинного обучения обучающей выборки: а) при без определения весовых показателей; б) при вычислении вес показателей ранжированием; в) при вычислении вес показателей приписывания баллов.

**Выводы.**

В результате исследования разработана модель поддержки принятия решений в органах самоуправления на основе параметрической оценки сферы деятельности объекта и экспертных оценок. Построена модель и алгоритм процесса поддержки принятия решений с применением метода множественной линейной регрессии. На основе построенной модели и предложенного алгоритма выявлена коэффициенты функции для поддержки принятия решения. При помощи этой модели для нового органа самоуправления определяется обобщенная экспертная оценка в числовом виде, которая трактовано как предложенная решения для улучшения состояния объекта.



---

**SHORT MESSAGES**

---

**References**

- [1] Demidov A A and Zakharov Yu N Information and analytical systems for decision-making support in state and local government bodies. Fundamentals of design and implementation. Textbook - Saint-Petersburg: NRU ITMO. - 100 p.
- [2] Golovina A N 2018 Technology for making and implementing management decisions in local government bodies. Ways to eliminate deficiencies ALLEY OF SCIENCE. Publishing center Quantum. vol. 1, no. 17.
- [3] Voronina V V 2017 Theory and practice of machine learning: Textbook. Ulyanovsk: UISTU.
- [4] Demidenko E Z 1981 Linear and Nonlinear Regression. Moscow: Finance and Statistics, 1981.
- [5] Barsegyan A 2009 Analysis of data and processes: textbook.
- [6] O.K. Xujaev., N.A.Saidrasulov., N.A.Egamberdiev. "Algorithm for choosing an effective method for solving the issue of class allocation". Information communications: networks, technologies, solutions. Tashkent 2019- N1(49). –C. 39-44
- [7] Rakhimboev K J Ismailov M A Building a model for parametric assessment of the state of the control object and its components. Acta Turin Polytech. Univ. Tashkent, vol. 10, no. 2, pp. 19–33.
- [8] Rakhimboev K J Ismailov M A and Khalmuratov O U 2020 Parametric method for evaluation the state of complex organizational objects. Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 919(5) doi:10.1088/1757-899X/919/5/052043.
- [9] State standard of the Republic of Uzbekistan, ISO / IEC 27035-2: 2016, vol. 2019.