



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ «ЛИПЕЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет      автоматизации и информатики  
Кафедра      автоматизированных систем управления

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ  
«Системный анализ»

Студент АС-21-1

Станиславчук С.М.

(подпись, дата)

Руководитель

Профессор, к.т.н.

Качановский Ю.П.

(подпись, дата)

Липецк 2024 г.

## Задание кафедры

Провести опрос экспертов по выбранной самостоятельной проблеме, связанной с профилем обучения, и осуществить обработку результатов опроса. Количество сравниваемых объектов не менее 8, количество экспертов не менее 9. В оценках (рангах) хотя бы одного из экспертов обязательно должны быть повторяющиеся значения.

При обработке результатов опроса должна быть выполнена проверка согласованности мнений экспертов и проведено обобщение информации, полученной от экспертов для составления коллективного мнения.

Использовать по вариантам различные методы экспертных оценок:

№ вар	Метод ранжирования			Метод парных сравнений		Метод непосредственного оценивания	
	Преоб- разованн- ые ранги	Оценка важ-ности наибо-лее существо- нного объекта	Преобра- зование мат- рицы пред- почтени- й	Нормирова- ние суммарны- х чисел пред- почтени- й	Преобра- зование мат- рицы пред- почтени- й	Нормир- о-вание суммарн- ых оценок	Преобра- зование мат- рицы пред- почтени- й
6						+	

## Оценка сред разработки

Требуется оценить среды разработки (IDE) по популярности.

Решение. Задача решается по методу экспертных оценок. Составлена анкета, содержащая названия сред разработки (IDE):

- 1) Vim
- 2) MS Visual Studio Code
- 3) MS Visual Studio
- 4) Pycharm
- 5) Atom
- 6) Sublime Text
- 7) Eclipse
- 8) Jetbrains Rider

Таблица 0 - Матрица непосредственного оценивания (от 1 до 8)

Эксперты	Среды разработки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3	7	2	1	6	5	8	4	36
2	3	5	3	4	1	2	6	3	27
3	6	6	4	6	1	7	4	2	36
4	3	5	6	7	1	8	2	4	36
5	4	3	4	4	1	3	1	3	23
6	5	6	7	8	1	2	3	4	36
7	3	6	4	5	1	8	4	7	38
8	7	8	6	4	3	2	1	5	36
9	3	5	6	7	4	8	1	2	36
	37	51	42	46	19	45	30	34	304/304

Для того, чтобы убедиться, что оценки экспертов согласованы, для начала нужно построить матрицу рангов, где каждый ранг в строке = макс\_оценка\_эксперта + 1 — текущая\_оценка. Таким образом, мы инвертируем нашу матрицу. Теперь в этой матрице: 1 — это самая высокая оценка, а 8 — самая низкая.

Таблица 1 – Матрица рангов

Эксперты	Среды разработки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	6	2	7	8	3	4	1	5	36
2	<u>5</u>	3	<u>5</u>	4	7	6	2	<u>5</u>	<u>37</u>
3	<u>2</u>	<u>2</u>	4	2	7	1	<u>4</u>	6	<u>28</u>
4	6	4	3	2	8	1	7	5	36
5	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>17</u>
6	4	3	2	1	8	7	6	5	36
7	6	3	<u>5</u>	4	8	1	<u>5</u>	2	<u>34</u>
8	2	1	3	5	6	7	8	4	36
9	6	4	3	2	5	1	8	7	36
	38	24	33	29	56	30	45	41	296/296

### Нормирование рангов

Так как некоторые эксперты поставили одинаковые ранги некоторым средам разработки, то проводим нормализацию рангов, используя формулу (1). Матрица нормализованных рангов приведена в таблице 2.

$$x_{ij} = l + (t+1)/2 \quad (1)$$

где  $l$  — количество объектов более важных, чем группа;  $t$  — количество объектов в группе (длина связи).

Таблица 2 – Матрица нормализованных рангов

Эксперты	Среды разработки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	6	2	7	8	3	4	1	5	36
2	5	2	5	3	8	7	1	5	36
3	3	3	5,5	3	8	1	5,5	7	36
4	6	4	3	2	8	1	7	5	36
5	2	5	2	2	7,5	5	7,5	5	36
6	4	3	2	1	8	7	6	5	36
7	7	3	5,5	4	8	1	5,5	2	36
8	2	1	3	5	6	7	8	4	36
9	6	4	3	2	5	1	8	7	36
	41	27	36	30	61,5	34	49,5	45	324/324

Проверка согласованности мнений экспертов

Согласованность мнений экспертов проверим с помощью статистики .

$X^2$ . Для этого вычислим коэффициент конкордации  $K_i$  .

$$K_0 = (12S) / (m^2(n^3-n) - m * \text{Sum}(T_i)) \quad (2), \text{ где}$$

$$S = \text{Sum}(d_j)$$

$$d_j = x_j - \bar{x}$$

$$\bar{x} = 1/n \sum(\sum(\sim x_{ij})) = 0.5m(n+1)$$

$$T_i = \sum(t^3_{mi} - t_{mi})$$

Определим среднеарифметическое сумм рангов:

$$\bar{x} = 40.5$$

Определим сумму квадратов отклонений сумм рангов, полученных каждым объектом у всех экспертов, от среднеарифметического сумм рангов:

$$S = \text{Sum}(*x_j - \bar{x})^2 = (41 - 40.5)^2 + (27 - 40.5)^2 + (36 - 40.5)^2 + \dots \\ = 897.4$$

Вычислим параметр  $T_i$  для каждого эксперта:

$$T_1 = 0; T_2 = 24; T_3 = 30; T_4 = 0; T_5 = 54; T_6 = 0; T_7 = 6; T_8 = 0; T_9 = 0;$$

$$\text{Sum}(T_i) = 24 + 30 + 54 + 6 = 114$$

Вычислим значение коэффициента конкордации по формуле (2):

$$K_0 = (897 * 12) / (9^2(8^3 - 8) - 9 * 114) = 598 / 2211 = 0.270466$$

Проверим значимость коэффициента конкордации. В соответствии с п. 3.1.2. (случай 1) для проверки значимости вычислим значение статистики:

$$X^2 = ((m-1)K_0) / (1-K_0)$$

$$X^2 = 8 * 0.270466 / 1 = 0.260466 = 2.9659$$

Вычислим степени свободы  $v_1 = n - 1 = 7$ , и  $v_2$  значимости 0,05.

$$v_2 = (L^2 / ((m-1) \text{Sum}(V^2))) - (m-1)$$

Где  $L = (m-1) * \text{sum}(V_j)$ ;  $V_j = 1/(m-1) * \text{Sum}(x_{ij} - \bar{x}_j)^2$ ,  $j = 1, 2, \dots, n$ ;

$$\bar{x}_i = 1/m * \text{Sum } x_{ij}$$

$$\bar{x}_i = (4.5556; 3.0; 4.0; 3.3333; 6.8333; 3.7778; 5.5; 5.0)$$

$$V_i = 3.5278; 1.5; 3.1875; 4.5; 3.25; 7.94444; 7.4375; 2.25$$

$$L = 268.78$$

$$v_2 = 42.403$$

$$F_{kp} = 2.23$$

Сравнивая полученное нами значение  $X^2$  с критическим, делаем вывод о том, что мнения экспертов можно считать согласованными.

## Метод нормирования суммарных оценок

Таблица 3 – Матрица непосредственного оценивания

Эксперты	Среды разработки								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	3	7	2	1	6	5	8	4	36
2	3	5	3	4	1	2	6	3	27
3	6	6	4	6	1	7	4	2	36
4	3	5	6	7	1	8	2	4	36
5	4	3	4	4	1	3	1	3	23
6	5	6	7	8	1	2	3	4	36
7	3	6	4	5	1	8	4	7	38
8	7	8	6	4	3	2	1	5	36
9	3	5	6	7	4	8	1	2	36
	37	51	42	46	19	45	30	34	304/304

Полученные в результате опроса оценки нужно нормировать (легко перепутать с «нормализовать»), чтобы объективно установить, какая среда разработки популярнее среди опрашиваемых. Нормирование любой меры означает, что представляющее ее число для всего множества в целом принимается равным единице. Нормирование позволяет установить более тесную связь между оценками, приписанными экспертами отдельным объектам (факторам). С этой целью оценки по всем объектам суммируются, а затем каждая из них делится на полученную сумму. Рассчитанные таким образом нормированные оценки могут быть вновь проранжированы.

Следовательно:

$$\text{Sum}(x_{ij}) = (37, 51, 42, 46, 19, 45, 30, 34)$$

Тогда:

$$\text{weight\_1} = 37/304 = 0.12171052631578948$$

$$\text{weight\_2} = 51/304 = 0.16776315789473684$$

$$\text{weight\_3} = 42/304 = 0.13815789473684212$$

$$\text{weight\_4} = 46/304 = 0.1513157894736842$$

$\text{weight\_5} = 19/304 = 0.0625$

$\text{weight\_6} = 45/304 = 0.14802631578947367$

$\text{weight\_7} = 30/304 = 0.09868421052631579$

$\text{weight\_8} = 34/304 = 0.1118421052631579$

$w_{ij} = [0.12171052631578948, 0.16776315789473684, 0.13815789473684212,$   
 $0.1513157894736842, 0.0625, 0.14802631578947367, 0.09868421052631579,$   
 $0.1118421052631579]$

Очевидно, что сумма всех нормированных оценок будет равной 1

[  $\sum(w_{ij}) = 1$  ]

Таким образом, нормированные суммарные оценки сред разработки:

1. Vim	2. MS VS Code	3. MS VS Code	4. Pychar m	5. Atom	6. Sublime Text	7. Eclipse	8. JetBrai ns
0.122	0.168	0.138	0.151	0.0625	0.148	0.099	0.112

Распределение мест, исходя из полученных нормированных суммарных оценок (ранжирование):

- |                                    |                     |
|------------------------------------|---------------------|
| 1-ое место: MS Visual Studio Code: | 0.16776315789473684 |
| 2-ое место: Pycharm:               | 0.1513157894736842  |
| 3-ье место: Sublime Text:          | 0.14802631578947367 |
| 4-ое место: MS Visual Studio:      | 0.13815789473684212 |
| 5-ое место: Vim:                   | 0.12171052631578948 |
| 6-ое место: Jetbrains Rider:       | 0.1118421052631579  |
| 7-ое место: Eclipse:               | 0.1118421052631579  |
| 8-ое место: Atom:                  | 0.0625              |

## Вывод

В результате выполнения индивидуального домашнего задания были сравнены среды разработки по популярности. Наиболее предпочтаемой является MS VS Code (0.168). Самой редкой IDE оказался Atom (0.0625 — это лишь 37% от популярности MS VS Code среди опрашиваемых)

Приложение:

1-й эксперт: Роман Парфенов, Фриланс-разработчик

2-й эксперт: Дмитрий Эрхов, Студент группы АС-21-1

3-й эксперт: Андрей Викторович Столяров, бывш. Преподаватель в МГУ

4-й эксперт: Дмитрий Ненахов, Студент группы АС-21-1

5-й эксперт: Дмитрий Чаузов, C#-программист

6-й эксперт: Назаркин Олег Александрович, Java разработчик

7-й эксперт: Николаенко Владислав, C++ программист

8-й эксперт: Александр Попов, Python-программист

9-й эксперт: Дмитрий Киреев, Python-программист