УДК: 519.711: 303.094.2 © П. В. Кийко, Н. В. Щукина
DOI: 10.24412/2225-8264-2023-2-51-59

П. В. Кийко, Н. В. Щукина

ИНТЕРАКТИВНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ПРИ РАБОТЕ С МАТЕМАТИЧЕСКИМИ МОДЕЛЯМИ

В статье излагаются теоретические и практические вопросы использования интерактивного метода при обучении студентов, не изучающих основы высшей математики в вузе. При выполнении практического задания дисциплины «Цифровые технологии» в качестве интерактивного метода предлагается работа в малых группах, позволяющая студентам приобрести важные межличностные навыки, например, навыки сотрудничества. Данная интерактивная форма обучения раскрывает особенности методики применения творческих задач (задачи профильного содержания), являющихся основным средством оценивания сформированности соответствующих индикаторов достижения компетенций. Выбор творческого задания способствует повышению интереса к работе и получению навыков для будущей профессиональной деятельности. Количество студентов в группе определяет спецификацию математической модели. Каждый участник группы отвечает за поиск информации по соответствующей экзогенной переменной модели. Нахождение параметров модели и их проверка осуществляются каждым студентом, затем идет совместный анализ и улучшение модели. В качестве обработки данных и построения теоретической модели предлагаются формулы и встроенные функции табличного процессора. Проверка и анализ полученной модели, построение прогноза по ней на будущий период устанавливает межпредметные связи дисциплин, сближает теоретическое обучение с профессиональной деятельностью. Решение творческого задания в малых группах позволяет осуществлять интеграцию знаний и опыта каждого участника. Учитывается любая точка зрения по постановке задачи, методу ее решения и интерпретации полученных результатов, при этом любой обучающийся имеет возможность пополнить свой собственный набор компетенций.

Ключевые слова: интерактивный метод, сквозные технологии, математические модели, регрессионный анализ, табличный процессор, прикладные задачи, межпредметные связи

В настоящее время выпускник вуза должен обладать не только профессиональными компетенциями (ПК), но и универсальными (УК), и общепрофессиональными (ОПК) компетенциями в связи со стремительным развитием науки и ее новых областей. Обратимся к ФГОС ВО направления подготовки 36.05.01 Ветеринария. В результате освоения дисциплины «Цифровые технологии» обучающиеся должны обладать следующими компетенциями:

- УК-4: «способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач, компетенция»;
- ОПК-7: «способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности».

Данные компетенции включают в себя умение работать с математическим аппаратом, способствующим развитию мышления студента, что позволяет формировать навыки, необходимые в профессиональной деятельности. Математические дисциплины относятся к дисциплинам базовой части, изучение которых происходит, в основном, на первом курсе. В учебном плане направления подготовки 36.05.01 Ветеринария дисциплины «Цифровые технологии», к разделам высшей математики обращаются только при рассмотрении элементов статистического анализа, что не способствует должному формированию навыка владеть математическими методами, которые сегодня имеют важнейшее значение в связи с цифровизацией науки и общества. С развитием сквозных технологий, обучением нейронных сетей, внедрением искусственного интеллекта через чат-боты, одной из проблем, с которой мы сталкиваемся, является вопрос правильной интерпретации полученных результатов. Большинство математических моделей строится по эмпирическим данным и результатом имеют числовые характеристики. Таким образом, владение математическим инструментарием будет серьезным помощником при формировании выводов [3,4].

Рассмотрим один из разделов математической статистики - регрессионный анализ. Эффективным средством по работе со статистическими данными является работа в малых группах, которая дает возможность всем принимать участие в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения [5]. Работе в группах предшествует изучение теоретического материала на лекции. Обучающиеся знакомятся с методом наименьших квадратов – для построения моделей парной и множественной регрессии, коэффициентом детерминации, критерием Фишера – для проверки модели на статистическую значимость, критерием Стьюдента – для проверки значимости параметров модели. Далее для практической работы по построению математических моделей и работы с ними студентам предлагается разбиться на группы. Мы предлагаем для построения трехфакторной модели состав малой группы ограничить тремя участниками.

На первом этапе необходимо определиться с постановкой задачи. Рекомендуем обратиться к задаче, которая описывает процесс, связанный с направлением подготовки, что будет способствовать повышению интереса к работе и получению навыков для будущей профессиональной деятельности. После определения области построения математической модели выбирается эндогенная переменная и три фактора, которые оказывают влияние на эту переменную, причем все показатели должны быть количественно измеряемы. Если этого сделать невозможно, то качественную экзогенную переменную нужно перевести в количественную, для этого следует прибегнуть к фиктивной или бинарной переменной, которая может принимать два значения: «0» или «1».

На втором этапе работы идет сбор информации по каждому фактору. Всем участникам предлагается собрать данные по одной переменной (одна переменная на одного участника группы). На третьем этапе работы после сбора имеющихся эмпирических данных по факторным переменным, все вместе начинают сбор информации по эндогенной переменной, причем каждый участник может отбирать данные, не совпадающие с данными других участников. После получения всех статистических данных переходим к четвертому этапу работы – построению математической модели. Каждый участник группы строит модель по эмпирическим данным эндогенной переменной, собранным самостоятельно, и общим данным экзогенных переменных, полученным совместно. На пятом этапе осуществляется проверка модели на значимость: обучающиеся проверяют модель на статистическую значимость, используя коэффициент детерминации и критерий Фишера, выбирая статистически значимую модель. Если все три модели адекватные, то оставляют ту, у которой коэффициент детерминации самый высокий [8,9].

Работа проводилась с обучающимися второго курса обучения ветеринарного факультета направления подготовки 36.05.01 Ветеринария Омского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина. Студентам была предложена задача: построить трехфакторную модель множественной регрессии, связанную с медициной. Одна группа выбрала задачу о распространении коронавирусной инфекции COVID-19 в Омском регионе. Была сформулирована постановка задачи. Инструментальным средством решения задачи выступил табличный процессор. Ниже приведены постановка задачи и решение лучшей задачи из трех в табличном процессоре.

Имеются данные за 10 месяцев в Омском регионе зависимости роста заболеваемости коронавирусом COVID-19 Y (чел.) от количества вакцинированных в общей численности населения X_1 (тыс. чел.), возраста заболевших X_2 (лет) и количества контактировавших с заболевшими в численности всего населения региона X_3 (%):

Таблица 1.

Эмпирические данные

№ п/п	Y	X_1	X_2	X_3
1	255	51	36	12
2	2482	48	62	23
3	734	56	55	18
4	132	65	48	9
5	83	41	59	8
6	41	38	64	5
7	37	36	47	3
8	227	30	59	9
9	303	45	51	13
10	208	47	62	11

1. Составить уравнение множественной линейной регрессии $y=a+b_1x_1+b_2x_2+b_3x_3+\varepsilon$ в матричной форме, используя метод наименьших квадратов (далее – МНК), и найти числовые характеристики переменных.

2. Найти коэффициент детерминации и проверить уравнение модели на статистическую значимость при помощи критерия Фишера.

3. Проверить параметры a, b_1, b_2, b_3 на статистическую значимость при помощи t-критерия.

4. Найти коэффициенты эластичности количества вакцинированных, возраста заболевших и количества контактировавших с заболевшими.

5. Найти прогноз роста заболеваемости коронавирусом COVID-19 Y (чел.) от среднего количества вакцинированных в общей численности населения X_1 (тыс. чел.), среднего возраста заболевших X_2 (лет) и среднего количества контактировавших с заболевшими в численности всего населения региона X_3 (%).

Решение:

1. Коэффициенты уравнения находим по формуле: $\hat{\beta} = (X^T X)^{-1}(X^T Y)$

Имеем следующие матрицы (рис. 1). Скопируем значения данных факторов X_1, X_2, X_3 и вставим в массив C15:E24, добавим в массив B15:B24 столбец из «единиц», в ячейке A17 запишем «X=», скопируем массив B15:E24 и с помощью функции «Вставить и транспонировать», вставим в ячейки H13:Q19. В ячейке G16 обозначим полученный массив «X^T=». Результаты выполненных действий можно увидеть на рис. 2. Находим матрицу ($X^T X$), затем - обратную матрицу $(X^T X)^{-1}$ с помощью встроенной функции МОБР (рис.3).

Найдем матрицу $(X^T Y)$ с помощью встроенной функции МУМНОЖ (рис.4).

Находим параметры множественной регрессии. Для этого перемножим матрицы $(X^T X)^{-1}$и $(X^T Y)$ (рис.5).

	A	B	C	D
1	Y	X1	X2	X3
2	255	51	36	12
3	2482	48	62	23
4	734	56	55	18
5	132	65	48	9
6	83	41	59	8
7	41	38	64	5
8	37	36	47	3
9	227	30	59	9
10	303	45	51	13
11	208	47	62	11
12				

Рис. 1. Ввод эмпирических данных

	A	B	C	D	E
15		1	51	36	12
16		1	48	62	23
17	X=	1	56	55	18
18		1	65	48	9
19		1	41	59	8
20		1	38	64	5
21		1	36	47	3
22		1	30	59	9
23		1	45	51	13
24		1	47	62	11

	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
15		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	X^T=	51	48	56	65	41	38	36	30	45	47
17		36	62	55	48	59	64	47	59	51	62
18		12	23	18	9	8	5	3	9	13	11

Рис. 2. Основной и транспонированный массивы данных

	B	C	D	E	G	H	I	J	K	M	N	O	P	Q
19	1	41	59	8										
20	1	38	64	5										
21	1	36	47	3		10	457	543	111		10,88671	-0,10300	-0,12545	0,06597
22	1	30	59	9	X^TX=	457	21821	24534	5307	$(X^TX)^{-1}$=	-0,10300	0,00165	0,00079	-0,00138
23	1	45	51	13		543	24534	30181	6089		-0,12545	0,00079	0,00184	-0,00095
24	1	47	62	11		111	5307	6089	1547		0,06597	-0,00138	-0,00095	0,00439

Рис. 3. Основная и обратная матрицы данных

	G	H
27		4502
28	X^TY=	218339
29		260772
30		83796

Рис. 4. Матрица $(X^T Y)$

	I	J	K	L
26				
27		a	-662,5549772	
28		b1	-13,11148787	
29		b2	7,892521509	
30		b3	115,6203653	
31				

Рис. 5. Параметры модели

Запишем полученное уравнение регрессии

$$\hat{y}_i = -662{,}55498 - 13{,}11149 \cdot x_1 + 7{,}89252 \cdot x_2 + 115{,}62037 \cdot x_3$$

Эндогенная переменная *Y* зависит от переменных X_1, X_2 *и* X_3. Интерпретируя значения полученных параметров, можно сказать, что с увеличением количества вакцинированных в общей численности населения X_1 на 1 у.е., рост заболеваемости коронавирусом COVID-19 *Y* уменьшается в среднем в 13,11 раза. С увеличением возраста заболевших X_2 на 1 у.е., рост заболеваемости коронавирусом COVID-19 *Y* увеличивается в среднем в 7,89 раза. С увеличением количества контактировавших с заболевшими в численности всего населения региона X_3 на 1 у.е., рост заболеваемости коронавирусом COVID-19 *Y* увеличивается в среднем в 115,62 раза [6,7].

Достоверность вышесказанного проверим наличием адекватности модели и статистической значимостью параметров уравнения.

Найдем теоретическое значение эндогенной переменной *Y*. Для этого в полученное уравнение поочередно подставим значения экзогенных переменных X_1, X_2 *и* X_3 (рис.6).

Видим, что суммы теоретических и эмпирических значений совпадают, на рис.6 это выделено красным цветом. Это говорит о правильности найденного решения [2].

	A	B	C	D	E
1	Y	X1	X2	X3	Yтеор
2	255	51	36	12	340,334299
3	2482	48	62	23	1856,69834
4	734	56	55	18	1118,45696
5	132	65	48	9	-95,377368
6	83	41	59	8	190,495712
7	41	38	64	5	-77,568313
8	37	36	47	3	-416,75893
9	227	30	59	9	450,342443
10	303	45	51	13	653,011415
11	208	47	62	11	482,365445
12	4502	457	543	111	4502
13		45,7	54,3	11,1	450,2

Рис. 6. Теоретические данные

2. Найдем коэффициент детерминации и проверим уравнение модели на статистическую значимость при помощи критерия Фишера.

Коэффициент детерминации R^2 равен отношению объясненной части дисперсии к общей дисперсии:

$$R^2 = \frac{RSS}{TSS}$$

$$F_{\text{факт}} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - k - 1}{k}$$

$$RSS = \sum_{i=1}^{n} \left(Y_{\text{теор}i} - Y_{\text{ср}}\right)^2$$

– объясненная часть дисперсии

$$TSS = \sum_{i=1}^{n} \left(Y_{\text{практ}i} - Y_{\text{ср}}\right)^2$$

– общая дисперсия. Найдем *RSS* и *TSS* (рис.7).

Находим коэффициент детерминации и фактическое значение F-критерия Фишера.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Y	X1	X2	X3	Yтеор	$(Y_т-Y_с)^2$	$(Y_п-Y_с)^2$
2	255	51	36	12	340,3342995	12070,5	38103,04
3	2482	48	62	23	1856,69834	1978238	4128211,24
4	734	56	55	18	1118,456961	446567	80542,44
5	132	65	48	9	-95,37736843	297655	101251,24
6	83	41	59	8	190,4957117	67446,3	134835,84
7	41	38	64	5	-77,56831306	278539	167444,64
8	37	36	47	3	-416,7589336	751618	170734,24
9	227	30	59	9	450,3424435	0,02029	49818,24
10	303	45	51	13	653,0114146	41132,5	21667,84
11	208	47	62	11	482,3654449	1034,62	58660,84
12	4502	457	543	111	4502	3874301	4951269,60
13					450,2		

Рис. 7. Теоретические данные

	M	N	O	P	Q	R
28		R^2=	0,78249			
29						
30		Fфакт=	7,194823666	>	Fтабл=	4,757063
31						

Рис. 8. Проверка модели на адекватность

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Y	X1	X2	X3	Yтеор	$(Y_т-Y_с)^2$	$(Y_п-Y_с)^2$	$(Y_п-Y_т)^2$
2	255	51	36	12	340,3342995	12070,5	38103,04	7281,942663
3	2482	48	62	23	1856,69834	1978238	4128211,24	391002,1654
4	734	56	55	18	1118,456961	446567	80542,44	147807,1545
5	132	65	48	9	-95,37736843	297655	101251,24	51700,46767
6	83	41	59	8	190,4957117	67446,3	134835,84	11555,32803
7	41	38	64	5	-77,56831306	278539	167444,64	14058,44486
8	37	36	47	3	-416,7589336	751618	170734,24	205897,1698
9	227	30	59	9	450,3424435	0,02029	49818,24	49881,84706
10	303	45	51	13	653,0114146	41132,5	21667,84	122507,9903
11	208	47	62	11	482,3654449	1034,62	58660,84	75276,39734
12	4502	457	543	111	4502	3874301	4951269,60	1076968,908
13					450,2			

Рис. 9. Остаточная дисперсия

Табличное значение F-критерия Фишера находим при помощи встроенной функции F.ОБР.ПХ (рис.8).

$$R^2 = \frac{RSS}{TSS} = \frac{3874301{,}60}{4951270{,}908} = 0{,}7825$$

$$F_{\text{факт}} = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-k-1}{k} = \frac{0{,}7825}{1-0{,}7825} \cdot \frac{10-3-1}{3} = 7{,}1948$$

$$F_{\text{табл}(0{,}05;k_1=3;k_2=6)} = 4{,}7571$$

Так как $F_{\text{факт}}$ больше $F_{\text{табл}}$, то построенная модель на уровне значимости $\alpha = 0{,}05$ статистически значима.

3. Проверим параметры a, b_1, b_2, b_3 на статистическую значимость при помощи t-критерия.

Найдем необъясненную часть дисперсии (рис.9).

$$ESS = \sum_{i=1}^{n} \left(Y_{\text{практ}i} - Y_{\text{теор}i}\right)^2$$

Найдем несмещенную оценку S^2 параметра σ^2 (рис. 10).

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(Y_{практi} - Y_{теорi}\right)^2}{n-k-1}$$

где n – количество наблюдений, k – количество факторов.

	J	K	L	M	N	O
34						
35					S^2=	179494,8179
36						
37					S=	423,6682876
38						
39						

Рис. 10. Оценка дисперсии

$$S^2 = \frac{ESS}{n-k-1} = \frac{1076969{,}908}{10-2-1} = 179494{,}8179$$

$$\sigma = S = \sqrt{S^2} = \sqrt{179494{,}8179} = 423{,}668$$

Для расчетного значения параметров t-критерия Стьюдента найдем средние квадратические отклонения эмпирических коэффициентов регрессии: $S(b_j) = S \cdot \sqrt{[(X^TX)^{-1}]_{jj}}$. Здесь S^2 – несмещенная оценка параметра σ^2; $[(X^TX)^{-1}]_{jj}$ - диагональный элемент матрицы $(X^TX)^{-1}$ (рис. 10).

$$(X^TX)^{-1} = \begin{pmatrix} 10{,}88671 & -0{,}10300 & -0{,}12545 & 0{,}06597 \\ -0{,}10300 & 0{,}00165 & 0{,}00079 & -0{,}00138 \\ -0{,}12545 & 0{,}00079 & 0{,}00184 & -0{,}00095 \\ 0{,}06597 & -0{,}00138 & -0{,}00095 & 0{,}00439 \end{pmatrix}$$

$$S(\hat{a}) = 423{,}668 \cdot \sqrt{10{,}88671} = 1397{,}894$$

$$S(\widehat{b_1}) = 423{,}668 \cdot \sqrt{0{,}00165} = 17{,}218$$

$$S(\widehat{b_2}) = 423{,}668 \cdot \sqrt{0{,}00184} = 18{,}171$$

$$S(\widehat{b_3}) = 423{,}668 \cdot \sqrt{0{,}00439} = 28{,}074$$

	L	M	N	O
35			S^2=	179494,8179
36				
37			S=	423,6682876
38				
39			Sa=	1397,893954
40			Sb1=	17,21835757
41			Sb2=	18,17072271
42			Sb3=	28,07374456
43				

Рис. 10. Несмещенные оценки параметров

Находим расчетные значения t-критерия Стьюдента для параметров модели используя формулы, приведенные ниже, а табличное значение с помощью встроенной функции СТЬЮДЕНТ.ОБР.2Х (рис.11).

$$t_{расч\, b_j} = \left|\frac{b_j}{S_{b_j}}\right|$$

$$t_{расч\, a} = \left|\frac{a}{S_a}\right| = \left|\frac{-662{,}555}{1397{,}894}\right| = 0{,}474$$

$$t_{расч\, b_1} = \left|\frac{b_1}{S_{b_1}}\right| = \left|\frac{-13{,}111}{17{,}218}\right| = 0{,}761$$

$$t_{расч\, b_2} = \left|\frac{b_2}{S_{b_2}}\right| = \left|\frac{7{,}893}{18{,}171}\right| = 0{,}434$$

$$t_{расч\, b_3} = \left|\frac{b_3}{S_{b_3}}\right| = \left|\frac{115{,}620}{28{,}074}\right| = 4{,}118$$

$$t_{табл(0{,}05;10-3-1)} = 2{,}45$$

	P	Q	R	S	T	U
38						
39		tрасч a=	0,473967	<	tтабл=	2,44691185
40		tрасч b1=	0,761483	<		
41		tрасч b2=	0,434354	<		
42		tрасч b3=	4,118452	>		
43						

Рис. 11. Проверка параметров на статистическую значимость

Получили, что все параметры, кроме b_3, оказались статистически незначимыми. Можно сделать вывод, что прямое влияние на эндогенную переменную *Y* (рост заболеваемости коронавирусом COVID-19) оказывает количество контактировавших с заболевшими в численности всего населения региона X_3.

4. Найти коэффициенты эластичности количества вакцинированных в общей численности населения, возраста заболевших и количества контактировавших с заболевшими.

Эластичность найдем по формуле $Э_{x_j} = b_j \frac{\overline{x_j}}{\overline{y}}$, где b_j коэффициенты множественной регрессии при экзогенных переменных. $\overline{x_j}$ – среднее значение фактора x_j, $\overline{y}$ — среднее значение эндогенной переменной Y (рис.12).

$$Э_{x_1} = b_1 \frac{\overline{x_1}}{\overline{y}} = -13{,}111 \cdot \frac{45{,}7}{450{,}2} = -1{,}331\%$$

$$Э_{x_2} = b_2 \frac{\overline{x_2}}{\overline{y}} = 7{,}893 \cdot \frac{54{,}3}{450{,}2} = 0{,}952\%$$

$$Э_{x_3} = b_3 \frac{\overline{x_3}}{\overline{y}} = 115{,}620 \cdot \frac{11{,}1}{450{,}2} = 2{,}851\%$$

	F	G	H	I
37				
38		Эx1=	-1,3309529	
39		Эx2=	0,951941177	
40		Эx3=	2,850702032	
41				

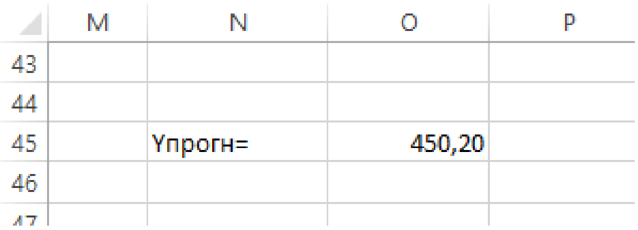
Рис. 12. Значения коэффициентов эластичности

Таким образом, мы видим, что с увеличением количества вакцинированных в общей численности населения X_1 на 1% рост заболеваемости коронавирусом COVID-19 *Y* уменьшается на 1,331%, с увеличением возраста заболевших X_2 на 1%, рост заболеваемости коронавирусом COVID-19 *Y* увеличивается на 0,952%, и с увеличением количества контактировавших с заболевшими в численности всего населения региона X_3 на 1%, рост заболеваемости коронавирусом COVID-19 Y увеличивается на 2,851%.

5. Найдем прогноз роста заболеваемости коронавирусом COVID-19 Y (чел.) от среднего количества вакцинированных в общей численности населения X_1 (тыс. чел.), среднего возраста заболевших X_2 (лет) и среднего количества контактировавших с заболевшими в численности всего населения региона X_3 (%).

Для того, чтобы найти прогнозное значение результирующего показателя (эндогенной переменной), нужно в уравнение модели вместо экзогенных переменных подставить необходимые значения. В нашем случае подставляем средние показатели независимых переменных (факторов) (рис. 13).

$$\hat{y}_{\text{прогн}} = -662{,}55498 - 13{,}11149 \cdot 45{,}7 + 7{,}89252 \cdot 54{,}3 + 115{,}62037 \cdot 11{,}1 = 450{,}2$$



	M	N	O	P
43				
44				
45		Yпрогн=	450,20	
46				

Рис. 13. Прогноз роста заболеваемости коронавирусом

Прогноз распространения коронавирусной инфекции COVID-19 при количестве вакцинированных в общей численности населения 45,7%, возрасте заболевших 54,3 года, количестве контактировавших с заболевшими в численности всего населения региона 11,1% составит 450 человек [10].

В ходе выполнения каждого пункта задания участники группы интерпретировали полученные результаты, давая обоснования оценок параметров модели. Итог построения математической модели по эмпирическим данным сводился к прогнозированию распространения коронавирусной инфекции COVID-19 на будущий период.

Вышеизложенное позволяет утверждать, что свободное владение математическим аппаратом позволяет не только построить математическую модель, используя известные формулы, но и применить ее в дальнейшей профессиональной деятельности, интерпретируя результаты обработки данных, осуществляя прогнозирование. Важно отметить, что совместная работа в группах позволяет осуществлять интеграцию знаний и опыта каждого участника. Кроме того, уделяется внимание каждому мнению, и любой обучающийся имеет возможность пополнить свой собственный набор компетенций. Интерактивная форма обучения студентов – работа в малых группах – позволяет организовать совместную деятельность студентов, при которой все участники взаимодействуют друг с другом, обмениваются мнениями, информацией (сбор и обмен эмпирическими данными), могут совместно решать проблемы (построение математической модели), оценивают действия других участников (выбор наиболее адекватной и точной модели из полученных в группе), погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по решению проблемы (решение прикладной задачи, сопряженной с профессиональной деятельностью, возможность прогнозирования, предсказания значений по полученной модели). Немаловажно, что изучение теоретических и практических аспектов раздела «Регрессионный анализ» становится более осмысленным [3,9].

Библиографический список

1. http://letopisi.ru/index. php/ Интерактивные_методы_обучения Дата обращения 18.05.2023.

2. Абрамченко Н. В., Мещеряков Е. А., Мещерякова Н. А., Ультан А. Е. Реализация математических методов и моделей в MS Excel. Компьютерный практикум: Учебное пособие – Омск: Издательский центр КАН, 2018. – 87 с.

3. Аладьина А. А., Минайдарова М. Е., Абдрахманова Х. Т. Роль интерактивных методов обучения в формировании креативной личности, Таразский государственный педагогический институт, Тараз, 2011. - 136 с.

4. Бурмистрова, Н. А. Компьютерные технологии в процессе профессионально направленного обучения математике будущих бакалавров направления «Экономика» / Н. А. Бурмистрова, Н. И. Ильина // Бюллетень лаборатории математического, естественнонаучного образования и информатизации: рецензируемый сборник научных трудов. – М., ГБОУ ВПО МГПУ, Воронеж: «Научная книга», 2012. – Т.3. – С. 99–102

5. Кийко П. В., Щукина Н. В. Инновационные аспекты изучения эконометрики Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ, 2016, № 4 (7). С. 22.

6. Кийко, П. В. Использование табличного процессора Excel в качестве средства самостоятельной работы по математике / П. В. Кийко, Н. В. Щукина // Научное и техническое обеспечение АПК, состояние и перспективы развития : сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию ФГБОУ ВО Омский ГАУ, Омск, 19 апреля 2018 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2018. – С. 181-184.

7. Кийко, П. В. Формирование умений принимать оптимальное решение в условиях информационного общества / П. В. Кийко, Н. В. Щукина // Актуальные вопросы математического образования: состояние, проблемы и перспективы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Сургут, 26 февраля – 03 2018 года / Ответственный редактор Н.В. Суханова. – Сургут

8. НямНгокТан Развитие познавательной самостоятельности студентов-гуманитариев в обучении математике средствами наглядного моделирования [электронный ресурс]: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02 / НямНгокТан. – Ярославль, 2014. – 248 с. – Режим доступа: URL: http://yspu.org .Дата обращения 18.05.2023.
9. Ступина С. Б. Технологии интерактивного обучения в высшей школе. – Саратов: Издательский центр «Наука», 2009. – 52 с.
10. Федосеев В. В. Экономико-математические модели и прогнозирование рынка труда: Учеб. пособие. – М.: Вузовский учебник, 2005. – 144 с.

References

1. http://letopisi.ru/index. php/ Interactive_learning_methods Accessed 05/18/2023.
2. Abramchenko N.V., Meshcheryakov E.A., Meshcheryakova N.A., Ultan A.E. Implementation of mathematical methods and models in MS Excel. Computer workshop: Textbook - Omsk: Publishing Center of the Academy of Sciences, 2018. - 87 p.
3. Aladina A.A., Minaydarova M.E., Abdrakhmanova Kh.T. The role of interactive teaching methods in the indicator of a creative personality, Taraz State Pedagogical Institute, Taraz, 2011. - 136 p.
4. Burmistrova, N.A. Computer technologies in the process of professionally directed teaching of mathematics to future bachelors of the direction "Economics" / N.A. Burmistrova, N.I. Ilyina // Bulletin of the Laboratory of Mathematical, Natural Science Education and Informatization: peer-reviewed collection of scientific papers. - M., GBOU VPO MGPU, Voronezh: "Scientific book", 2012. - V.3. – S. 99–102
5. Kiyko P.V., Shchukina N.V. Innovative aspects of the study of econometrics Electronic scientific and methodological journal of the Omsk State Agrarian University, 2016, No. 4 (7). S. 22.
6. Kiyko, P. V. Using the spreadsheet Excel as a means of independent work in mathematics / P. V. Kiyko, N. V. Shchukina // Scientific and technical support of the agro-industrial complex, state and development prospects: collection of materials of the International Scientific and Practical conference dedicated to the 100th anniversary of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Agrarian University, Omsk, April 19, 2018. – Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2018. - S. 181-184.
7. Kiyko, P. V. Formation of skills to make an optimal decision in the conditions of the information society / P. V. Kiyko, N. V. Shchukina // Topical issues of mathematical education: state, problems and development prospects: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Surgut, February 26 - 03, 2018 / Managing editor N.V. Sukhanov. – Surgut
8. NyamNgoktan Development of cognitive independence of students in the humanities in teaching mathematics by means of visual modeling [electronic resource]: dis. ... cand. ped. Sciences: 13.00.02 / NyamNgokTan. - Yaroslavl, 2014. - 248 p. – Access mode: URL: http://yspu.org. Accessed 05/18/2023.
9. Stupina S. B. Interactive learning technologies in higher education. - Saratov: Publishing Center "Nauka", 2009. - 52 p.
10. Fedoseev V.V. Economic and mathematical models and forecasting of the labor market: Proc. allowance. - M .: Vuzovsky textbook, 2005. - 144 p.

INTERACTIVE FORM OF TEACHING STUDENTS WHEN WORKING WITH MATHEMATICAL MODELS

Pavel V. Kiyko
Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Omsk State Agrarian University
Natalya V. Shchukina
Associate Professor of the Department of Mathematical and Natural Sciences, Omsk State Agrarian University

Abstract. The article outlines the theoretical and practical issues of using the interactive method in teaching students who do not study the basics of higher mathematics at the university. When completing the practical task of the discipline "Digital Technologies", work in small groups is offered as an interactive method, allowing students to acquire important interpersonal skills, such as collaboration skills. This interactive form of training reveals the peculiarities of the methodology for applying creative tasks (tasks of specialized content), which are the main means of assessing the formation of the relevant indicators of the achievement of competencies. The choice of a creative task contributes to an increase in interest in work and the acquisition of skills for future professional activities. The number of students in a group determines the specification of the mathematical model. Each member of the group is responsible for searching for information on the corresponding exogenous model variable. Finding the parameters of the model and their verification are carried out by each student, then there is a joint analysis and improvement of the model. Formulas and built-in functions of a spreadsheet processor are offered as data processing and building a theoretical model. Verification and analysis of the resulting model, building a forecast for the future period establishes interdisciplinary connections between disciplines, brings theoretical training closer to professional activities. The solution of a creative task in small groups allows the integration of the knowledge and experience of each participant. Any point of view on the formulation of the problem, the method of solving it and the interpretation of the results obtained is taken into account, while any student has the opportunity to replenish his own set of competencies.

Keywords: interactive method, end-to-end technologies, mathematical models, regression analysis, spreadsheet, applied problems, intersubject communications

---

Сведения об авторах:

Кийко Павел Владимирович – доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Омский ГАУ (644008, Российская Федерация, г. Омск, Институтская площадь, д. 1, e-mail: pv.kiyko@omgau.org).

Щукина Наталья Викторовна – доцент кафедры математических и естественнонаучных дисциплин ФГБОУ ВО Омский ГАУ (644008, Российская Федерация, г. Омск, Институтская площадь, д. 1, e-mail: nv.schukina@omgau.org).

Статья поступила в редакцию 20.05.2023 г.