



Научная статья

УДК 378

DOI: 10.25688/2072-9014.2024.67.1.10

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ
ПО ОДНОМЕРНОМУ ЧАСТОТНОМУ АНАЛИЗУ ДАННЫХ
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ ПРИМЕНЕНИИ РЕДАКТОРА
ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ И СТАТИСТИЧЕСКОГО ПАКЕТА
ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЛЕЧЕБНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ
МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ**

Валерий Егорович Гранкин

Курский государственный медицинский университет,
Курск, Россия

grankinve@kursksmu.net

Аннотация. В статье рассматриваются методические особенности формирования содержания практических работ для студентов лечебных специальностей медицинских вузов по проведению одномерного частотного анализа данных медико-биологического исследования на основе использования учебных аналогов реальных профессиональных ситуаций и средствами комбинированного использования редактора электронных таблиц и статистического пакета.

Ключевые слова: одномерный частотный анализ; информационные технологии; медико-биологическое исследование; практические работы.

Original article

UDC 378

DOI: 10.25688/2072-9014.2024.67.1.10

**FORMATION OF PRACTICAL WORKS ON ONE-DIMENSIONAL
FREQUENCY ANALYSIS OF BIOMEDICAL RESEARCH DATA
WITH THE COMBINED USE OF A SPREADSHEET REACTOR
AND A STATISTICAL PACKAGE FOR STUDENTS
OF MEDICAL SPECIALTIES OF MEDICAL UNIVERSITIES****Valery E. Grankin**

Kursk State Medical University,

Kursk, Russia

grankinve@kursksmu.net

Abstract. The article discusses the methodological features of forming the content of practical works for students of medical specialties of medical higher educational institutions for conducting a one-dimensional frequency analysis of medical and biological research data based on the use of educational analogues of real professional situations and by means of combined use of an electronic spreadsheet editor and a statistical package.

Keywords: one-dimensional frequency analysis; information technologies; medical and biological research; practical work.

Для цитирования: Гранкин В. Е. Формирование практических работ по одномерному частотному анализу данных медико-биологического исследования при комбинированном применении редактора электронных таблиц и статистического пакета для студентов лечебных специальностей медицинских вузов / В. Е. Гранкин // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2024. № 1 (67). С. 105–116.

For citation: Grankin V. E. Formation of practical works on one-dimensional frequency analysis of biomedical research data with the combined use of a spreadsheet reactor and a statistical package for students of medical specialties of medical universities / V. E. Grankin // MCU Journal of Informatics and Informatization of Education. 2024. № 1 (67). P. 105–116.

Введение

Масштабное применение информационно-телекоммуникационных технологий стало неотъемлемой частью профессиональной деятельности специалиста любой сферы деятельности еще с начала текущего XXI века, при этом доля компьютеризации всех сфер жизнедеятельности человека не остается в стагнации, а динамично возрастает (см., например, [1–14]). Одно из направлений, в котором наиболее активно применяются информационные технологии и процент их использования стабильно растет, — это медицина.

Таким образом, очевидным является факт, что у студентов высших медицинских учебных заведений необходимо сформировать устойчивые навыки применения информационно-телекоммуникационных технологий в их будущей профессиональной деятельности.

Одной из неотъемлемых частей профессиональной деятельности медицинского работника является проведение анализа медико-биологических данных при помощи методов математической статистики. Этот факт вытекает из того, что медицинский работник имеет дело с большими массивами медико-биологических данных: антропологическими данными пациентов, данными о результатах обследований пациентов, данными об эпидемиологической обстановке и многими другими. Применение математико-статистических методов при обработке и анализе больших массивов медико-биологических данных позволяет сделать логически четкие, математически обоснованные выводы о результатах исследования. Использование математико-статистических методов при проведении аналитической работы с данными медико-биологического исследования, например, позволит сотруднику системы здравоохранения констатировать степень влияния ряда факторов на возможность возникновения у пациента определенного заболевания и на тяжесть его протекания, построить прогноз протекания болезни у пациента в зависимости от конкретных причин, построить прогноз развития эпидемиологической обстановки в регионе исходя из определенных факторов и многое другое.

Методы исследования

Одномерный частотный анализ данных (первичный анализ данных) — один из математико-статистических методов, который применяется для анализа медико-биологических данных. Первичный анализ распределения признака исследования позволяет рассчитать абсолютные, относительные и кумулятивные частоты распределения свойств признака исследования, провести графическое представление данных исследования.

В настоящее время без применения современных информационно-телекоммуникационных технологий практически невозможно провести эффективную обработку и анализ больших массивов данных исследования, в том числе и данных медико-биологического исследования.

Следует учитывать, что обучение методике проведения первичного анализа медико-биологических данных с использованием современных средств информатизации студентами лечебных специальностей медицинских высших учебных заведений является не только необходимой составляющей профессиональной подготовки обучающихся, но и значимым фактором ее информатизации [11–13].

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что необходимо сформировать у студентов лечебных специальностей медицинских высших учебных заведений

устойчивые навыки проведения первичного анализа данных медико-биологических исследований на этапе их обучения в вузе. При этом процесс формирования упомянутых выше навыков у студентов вузов — будущих врачей необходимо осуществлять не на абстрактных примерах, что малоэффективно, а на использовании практико-ориентированных заданий, применять учебные аналоги медицинских исследований.

Результаты исследования

Приведем разработанную систему практико-ориентированных заданий по проведению одномерного частотного анализа данных медико-биологических исследований, основанную на применении учебного аналога медико-биологического исследования из профессиональной врачебной практики. При этом учебный аналог медицинского исследования сформирован следующим образом: проведено медико-биологическое исследование по выявлению степени рисков, влияющих на развитие ишемической болезни сердца у пациентов. В медико-биологическом исследовании приняли участие 300 пациентов, у которых диагностирована ишемическая болезнь сердца. Признаками и соответствующими им свойствами данного медико-биологического исследования являются следующие:

1. Пол пациента: мужской; женский.
2. Возраст пациента.
3. Возраст диагностирования заболевания.
4. Вес пациента.
5. Рост пациента.
6. Индекс массы тела пациента.
7. Сахарный диабет: не диагностирован сахарный диабет; диагностирован сахарный диабет 1-го типа; диагностирован сахарный диабет 2-го типа.
8. Уровень холестерина в крови пациента.
9. Курение: пациент не курит; у пациента 1-я стадия курения; у пациента 2-я стадия курения; у пациента 3-я стадия курения.
10. Артериальная гипертензия: не диагностирована артериальная гипертензия; диагностирована артериальная гипертензия 1-й степени; диагностирована артериальная гипертензия 2-й степени; диагностирована артериальная гипертензия 3-й степени.
11. Гиподинамия: не диагностирована гиподинамия; диагностирована гиподинамия низкого уровня; диагностирована гиподинамия уровня ниже среднего; диагностирована гиподинамия среднего уровня; диагностирована гиподинамия уровня выше среднего; диагностирована гиподинамия высокого уровня.

Подчеркнем, что на основе одномерного частотного анализа приведенной системы признаков учебного аналога медико-биологического исследования необходимо выявить степень влияния факторов на развитие ишемической болезни сердца у пациентов.

С целью повышения эффективности проведения аналитической работы на стадии частотного анализа в приведенном выше учебном аналоге медико-биологических исследований рекомендуем комбинированное использование редактора электронных таблиц — программного приложения общего назначения — и статистического пакета — программного приложения специализированного назначения.

На первом этапе проведения средствами компьютерных технологий частотного анализа учебного аналога медико-биологического исследования по выявлению степени влияния факторов на развитие ишемической болезни сердца у пациентов студентам вуза — будущим специалистам системы здравоохранения предлагается провести упорядочение и группировку признаков исследования путем конструирования матрицы типа «объект – признак». Поскольку, как было сказано выше, стратегия проведения одномерного частотного анализа приведенного медико-биологического исследования предполагает использование двух типов компьютерных технологий, то на первом этапе необходимо сконструировать матрицу типа «объект – признак» в редакторе электронных таблиц. При этом таковая матрица примет вид, аналогичный представленному на рисунке 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	№ пациента	пол	возраст	возраст диагностирования заболевания	вес пациента (кг)	рост пациента (м)	ИМТ пациента	сахарный диабет	уровень холестерина (ммоль/л)	курение	артериальная гипертензия	гиподинамия
1												
2	1	2	47	44	85	1,84	25,1	1	18	2	1	1
3	2	1	66	65	87	1,66	31,6	2	14	1	0	2
4	3	2	86	65	102	1,75	33,3	0	7	3	2	4
5	4	2	87	65	104	1,82	31,4	2	6	3	1	3

Источник: подготовлено автором.

Рис. 1. Фрагмент матрицы типа «объект – признак» в редакторе электронных таблиц с медико-биологическими данными о пациентах с диагностированной ишемической болезнью сердца

Следует отметить, что студент вуза — будущий доктор в рассматриваемом учебном аналоге медико-биологического исследования — в редакторе электронных таблиц проводит автоматизированные расчетные действия уже на этапе конструирования матрицы типа «объект – признак»: вычисляет средствами редактора электронных таблиц индексы массы тела (далее — ИМТ) пациентов. Несмотря на то что редактор электронных таблиц является приложением общего назначения, его функциональные возможности в рассматриваемом учебном аналоге медико-биологического исследования позволяют студентам вузов — будущим врачам провести частотный анализ по количеству пациентов с диагностированной ишемической болезнью сердца с повышенным, пониженным и нормальным уровнем холестерина в крови, с учетом того, что показатели нормы уровня холестерина в крови различаются у мужчин и у женщин, а также изменяются с возрастом пациента.

Функциональные возможности редактора электронных таблиц позволят студентам лечебных специальностей медицинских вузов провести одномерный частотный анализ по количеству пациентов с диагностированной ишемической

болезнью сердца с повышенным, пониженным и нормальным ИМТ. Также функциональные возможности редактора электронных таблиц позволят оценить распределение пациентов с диагностированной ишемической болезнью сердца по возрастным диапазонам. Таким образом, студенты медицинских вузов — будущие доктора смогут сделать вывод о степени влияния таких факторов, как возраст, избыточный вес пациентов, уровень холестерина в крови пациентов, на развитие у них ишемической болезни сердца.

Перечисленные выше функциональные возможности редактора электронных таблиц при проведении частотного анализа рассматриваемого учебного аналога медико-биологического исследования реализуются путем обработки массивов данных. Следует отметить, что при проведении аналитической работы с исследовательскими данными, аналогичной рассмотренной выше, редакторы электронных таблиц эффективнее статистических пакетов, в то время как в остальных направлениях анализа исследовательских данных использование статистических пакетов демонстрирует большую, по сравнению с редакторами электронных таблиц, эффективность.

Следующим этапом первичного анализа данных рассматриваемого учебного аналога медико-биологического исследования является графическое представление в редакторе электронных таблиц данных по частотному распределению пациентов с ишемической болезнью сердца по следующим признакам:

- 1) повышенный, пониженный и нормальный уровень холестерина в крови;
- 2) повышенный, пониженный и нормальный индекс массы тела;
- 3) возрастные диапазоны диагностирования ишемической болезни сердца.

После описанного выше этапа проведения частотного анализа учебного аналога медико-биологического исследования по выявлению степени влияния факторов на развитие у пациента ишемической болезни сердца студенты высших учебных заведений — будущие врачи начинают процесс описания переменных в программном приложении специализированного назначения — статистическом пакете. На данном этапе студенты лечебных специальностей медицинских высших учебных заведений задают уровни и шкалы измерений признаков медико-биологических исследований, описывают их свойства. При этом система описания переменных учебного аналога медико-биологического исследования в статистическом пакете примет вид, аналогичный представленному на рисунке 2.

Завершив процесс описания переменных учебного аналога медико-биологического исследования, студенты вуза — будущие врачи конструируют матрицу типа «объект – признак» в статистическом пакете, используя данные о пациентах с диагностированной ишемической болезнью сердца из матрицы типа «объект – признак», сконструированной ранее в редакторе электронных таблиц. При этом матрица типа «объект – признак» учебного аналога медико-биологического исследования в статистическом пакете примет вид, аналогичный представленному на рисунке 3.

	Имя	Тип	Ширина	Десят...	Метка	Значения	Пропущенн...	Ширина ...	Выравнивание	Шкала	Роль
1	q1	Числовая	8	0	пол пациента	{1, мужской...	Нет	8	☰ По центру	Номинальная	↘ Входная
2	q2	Числовая	8	0	возраст пациента	Нет	Нет	8	☰ По центру	Количестве...	↘ Входная
3	q3	Числовая	8	0	возраст диагностирования заболевания	Нет	Нет	8	☰ По центру	Количестве...	↘ Входная
4	q4	Числовая	8	0	вес пациента	Нет	Нет	8	☰ По центру	Количестве...	↘ Входная
5	q5	Числовая	8	2	рост пациента	Нет	Нет	8	☰ По центру	Количестве...	↘ Входная
6	q6	Числовая	8	1	индекс массы тела пациента	Нет	Нет	8	☰ По центру	Количестве...	↘ Входная
7	q7	Числовая	8	0	сахарный диабет	{0, не диагн...	Нет	8	☰ По центру	Порядковая	↘ Входная
8	q8	Числовая	8	0	уровень холестерина в крови пациента	Нет	Нет	8	☰ По центру	Количестве...	↘ Входная
9	q9	Числовая	8	0	курение	{0, пациент ...	Нет	8	☰ По центру	Порядковая	↘ Входная
10	q10	Числовая	8	0	артериальная гипертензия	{0, One diag...	Нет	8	☰ По центру	Порядковая	↘ Входная
11	q11	Числовая	8	0	гиподинамия	{0, не диагн...	Нет	8	☰ По центру	Порядковая	↘ Входная

Источник: подготовлено автором.

Рис. 2. Система описания признаков учебного аналога медико-биологического исследования по выявлению степени влияния факторов на развитие ишемической болезни сердца у пациентов

	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	q11
1	2	47	44	85	1,84	25,1	1	18	2	1	1
2	1	66	65	87	1,66	31,6	2	14	1	0	2
3	2	86	65	102	1,75	33,3	0	7	3	2	4
4	2	87	65	104	1,82	31,4	2	6	3	1	3
5	2	63	60	102	1,74	33,7	1	6	3	2	4
6	1	63	60	101	1,80	31,2	0	6	1	2	4
7	1	52	49	86	1,77	27,5	2	15	1	2	2
8	2	75	65	94	1,81	28,7	1	16	1	1	0
9	1	80	65	92	1,74	30,4	0	5	0	2	2
10	2	43	40	104	1,78	32,8	1	16	2	2	1
11	2	56	53	88	1,85	25,7	1	7	3	0	2
12	2	65	62	90	1,69	31,5	1	16	2	2	2
13	2	67	65	94	1,78	29,7	0	8	1	1	1
14	2	41	38	91	1,69	31,9	2	11	0	2	1
15	2	79	65	96	1,73	32,1	0	7	0	2	3
16	2	72	65	89	1,82	26,9	0	9	2	1	4
17	1	88	65	100	1,68	35,4	0	16	1	1	3
18	2	77	65	94	1,74	31,0	0	13	1	1	3
19	2	75	65	87	1,68	30,8	1	9	1	3	4
20	1	63	60	96	1,80	29,6	2	8	0	1	3
21	1	37	34	88	1,81	26,9	2	7	0	1	4
22	2	81	65	86	1,65	31,6	1	6	1	0	3
23	1	75	65	99	1,82	29,9	2	10	1	2	4
24	2	85	65	90	1,77	28,7	1	15	1	3	2
25	2	39	36	104	1,75	34,0	2	15	2	2	2

Источник: подготовлено автором.

Рис. 3. Фрагмент матрицы типа «объект – признак» в статистическом пакете с медико-биологическими данными о пациентах с диагностированной ишемической болезнью сердца

После формирования матрицы типа «объект – признак» учебного аналога рассматриваемого медико-биологического исследования в статистическом пакете студенты лечебных специальностей медицинских вузов проводят автоматизированное конструирование таблиц распределения экспериментальных данных по таким признакам исследования, как: пол пациента, сахарный диабет, курение, артериальная гипертензия, гиподинамия. При этом таблица распределения признака «сахарный диабет» учебного аналога медико-биологического исследования в статистическом пакете примет вид, аналогичный представленному на рисунке 4.

Таким образом, студенты лечебных специальностей медицинских вузов могут проанализировать количество пациентов с диагностированной ишемической

Статистики					
сахарный диабет					
N	Валидные	300			
	Пропущенные	0			
сахарный диабет					
		Частота	Процент	Валидный процент	Накопленный процент
Валидные	не диагностирован сахарный диабет	73	24,3	24,3	24,3
	диагностирован сахарный диабет 1-го типа	141	47,0	47,0	71,3
	диагностирован сахарный диабет 2-го типа	86	28,7	28,7	100,0
	Итого	300	100,0	100,0	

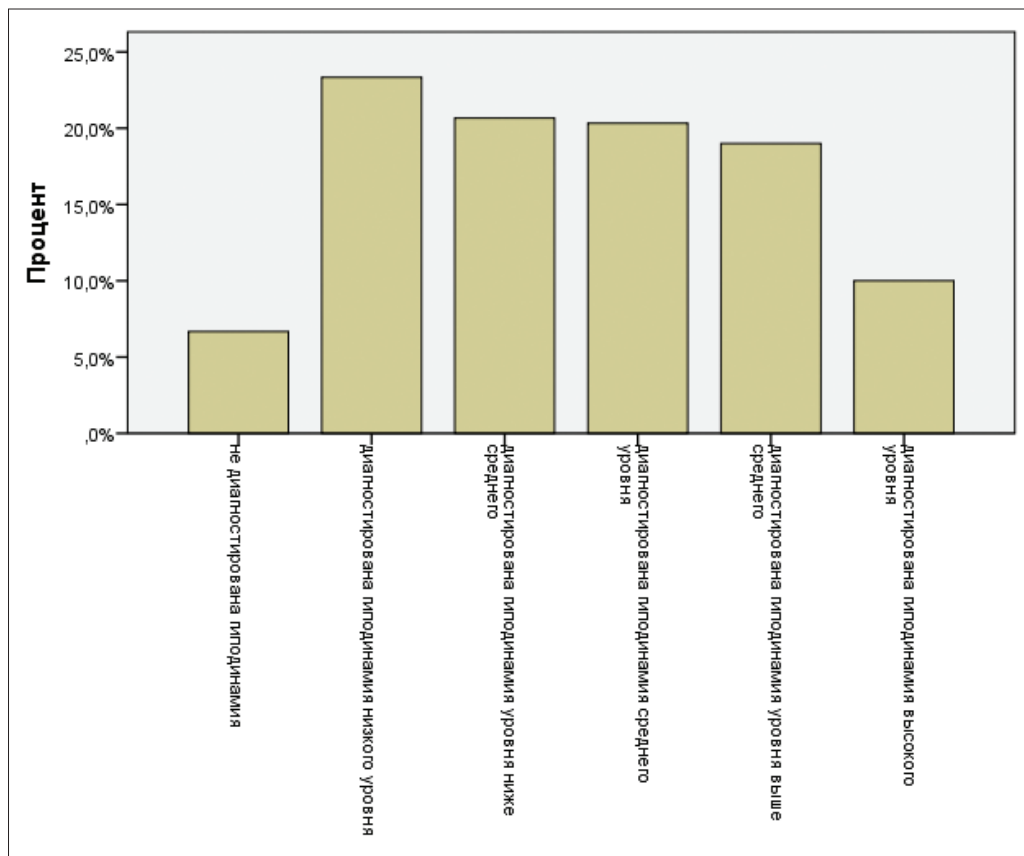
Источник: подготовлено автором.

Рис. 4. Таблица распределения пациентов с диагностированной ишемической болезнью сердца с наличием заболевания сахарный диабет 1-го и 2-го типа либо с отсутствием сахарного диабета

болезнью сердца и выявленным при этом сахарным диабетом 1-го типа, количество пациентов с диагностированной ишемической болезнью сердца и выявленным при этом сахарным диабетом 2-го типа, количество пациентов с диагностированной ишемической болезнью сердца и не выявленным при этом сахарным диабетом. Причем количество пациентов оценивается в абсолютном и в относительном представлении. Аналогичным образом студенты медицинских вузов — будущие доктора строят в статистическом пакете таблицы распределения по признакам: пол пациента, курение, артериальная гипертензия, гиподинамия.

При необходимости студенты лечебных специальностей медицинских вузов могут провести графическое представление данных учебного аналога медико-биологического исследования в статистическом пакете. При этом таблица, демонстрирующая графическое распределение признака «гиподинамия» учебного аналога медико-биологического исследования в статистическом пакете, примет вид, аналогичный представленному на рисунке 5.

Необходимо подчеркнуть, что эффективность применения статистических пакетов при проведении частотного анализа рассматриваемого учебного аналога медико-биологического исследования по таким признакам, как пол пациента, сахарный диабет, курение, артериальная гипертензия, гиподинамия, намного эффективнее редактора электронных таблиц, что подчеркивает необходимость их гибридного применения и как средств изучения, и как средств обучения студентов лечебных специальностей медицинских вузов.



Источник: подготовлено автором.

Рис. 5. Гистограмма распределения пациентов с диагностированной ишемической болезнью сердца с наличием гиподинамии разного уровня либо с отсутствием гиподинамии

После проведения частотного анализа в редакторе электронных таблиц и в статистическом пакете рассматриваемого учебного аналога медико-биологического исследования студенты медицинских вузов — будущие врачи смогут сделать вывод о степени влияния рассматриваемых факторов на развитие ишемической болезни сердца у пациентов.

Заключение

Предложенные в статье методы и технологии работы студентов медицинских вузов — будущих врачей с результатами медико-биологических исследований являются актуальными и должны совершенствоваться в дальнейшем.

Список литературы

1. Гранкин В. Е. Методические особенности информатизации практического обучения аспирантов естественнонаучного профиля технологиям дисперсионного анализа / В. Е. Гранкин, В. В. Гриншкун // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2017. № 3 (41). С. 43–48.
2. Гранкин В. Е. Статистический анализ больших массивов научно-исследовательских данных средствами информационных технологий: практикум / В. Е. Гранкин М.: Ай Пи Ар Медиа, 2022. 87 с.
3. Гранкин В. Е. Особенности обучения аспирантов естественнонаучных направлений использованию информационных технологий для планирования и обработки результатов экспериментов / В. Е. Гранкин, В. В. Гриншкун // Инфо-стратегия 2017: Общество. Государство. Образование: сборник материалов IX Международной научно-практической конференции (Самара, 26–29 июня 2017 г.). Самара: Книжное издательство, 2017. С. 300–304.
4. Гранкин В. Е. Методические особенности преподавания регрессионного анализа аспирантам направления подготовки 04.06.01 «Химические науки» и направления подготовки 06.06.01 «Биологические науки» в процессе изучения дисциплины «Информационные технологии в планировании и обработке результатов эксперимента» / В. Е. Гранкин // The First International Scientific Congress of Young Scientists of Europe and Asia. Vienna: East West Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2017. С. 15–19.
5. Гранкин В. Е. Методические особенности формирования содержания практических работ по проведению корреляционного анализа больших массивов медико-биологических данных средствами информационных статистических систем / В. Е. Гранкин // Цифровая трансформация образования: современное состояние и перспективы: сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. Курск: Курский государственный медицинский университет, 2023. С. 66–68.
6. Гриншкун В. В. О подходах к классификации электронных средств обучения естественно-научным дисциплинам / В. В. Гриншкун // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2014. № 4. С. 5–9.
7. Гриншкун В. В. Особенности информатизации образования в условиях внедрения цифровых технологий и ресурсов / В. В. Гриншкун // Информатизация непрерывного образования: материалы Международной научной конференции: в 2 т. Т. 1. М.: РУДН, 2018. С. 142–147.
8. Гриншкун В. В. Определение качества электронного обучения: подходы, модели, критерии / В. В. Гриншкун, Г. А. Краснова // Вестник МГПУ. Серия «Информатика и информатизация образования». 2018. № 1 (43). С. 16–23.
9. Гриншкун В. В. Новые технологии и их влияние на развитие отечественной системы образования / В. В. Гриншкун // Актуальные исследования в области математики, информатики, физики и методики их изучения в современном образовательном пространстве. Курск: Курский государственный университет, 2017. С. 4–8.
10. Гриншкун В. В. Организация учебной проектной деятельности студентов с применением информационных и телекоммуникационных технологий / В. В. Гриншкун, М. Э. Широченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2017. Т. 14, № 2. С. 180–187.

11. Гриншкун В. В. Особенности фундаментализации образования на современном этапе его развития / В. В. Гриншкун, И. В. Левченко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия «Информатизация образования». 2011. № 1. С. 5–11.

12. Гриншкун В. В. Подготовка педагогов к использованию электронных изданий и ресурсов / В. В. Гриншкун // Высшее образование в России. 2007. № 8. С. 86–89.

13. Кузнецов А. А. Развитие методической системы обучения в условиях информатизации образования / А. А. Кузнецов, Т. Н. Суворова // Вестник Вятского государственного гуманитарного университета. 2014. № 12. С. 182–187.

14. Макарова Н. В. Статистический анализ медико-биологических данных с использованием пакетов статистических программ Statistica, SPSS, NCSS, SYSTAT: методическое пособие / Макарова Н. В. СПб.: Политехника-сервис, 2012. 178 с.

References

1. Grankin V. E. Methodological features of informatization of practical training of graduate students of natural science profile in technologies of dispersion analysis / V. E. Grankin, V. V. Grinshkun // MCU Journal of Informatics and Informatization of Education. 2017. № 3 (41). P. 43–48.

2. Grankin V. E. Statistical analysis of large arrays of scientific research data by means of information technologies: practicum / V. E. Grankin. M.: AI Pi Ar Media, 2022. 87 p.

3. Grankin V. E. Features of teaching graduate students of natural sciences to use information technologies for planning and processing experimental results / V. E. Grankin, V. V. Grinshkun // Info-Strategy 2017: Society. State. Education: collection of materials of the IX International Scientific and Practical Conference (Samara, June 26–29, 2017). Samara: Book Publishing House, 2017. P. 300–304.

4. Grankin V. E. Methodological features of teaching regression analysis to graduate students in the field of preparation 04.06.01 “Chemical sciences” and training directions 06.06.01 “Biological sciences” in the process of studying the discipline “Information technologies in planning and processing experimental results” / V. E. Grankin // The First International Scientific Congress of Young Scientists of Europe and Asia. Vienna: East West Association for Advanced Studies and Higher Education GmbH, 2017. P. 15–19.

5. Grankin V. E. Methodological features of the formation of the content of practical work on the correlation analysis of large arrays of biomedical data by means of information statistical systems / V. E. Grankin // Digital Transformation of Education: Current State and Prospects: collection of scientific papers based on the materials of the International Scientific and Practical Conference. Kursk: Kursk State Medical University, 2023. P. 66–68.

6. Grinshkun V. V. On approaches to the classification of electronic learning tools in natural science disciplines / V. V. Grinshkun // RUDN Journal of Informatization in Education. 2014. № 3. P. 247–270.

7. Grinshkun V. V. Features of informatization of education in the context of the introduction of digital technologies and resources / V. V. Grinshkun // Informatization of Continuing Education: collection of materials of the International Scientific Conference: in 2 vol. Vol. 1. M.: RUDN, 2018. P. 142–147.

8. Grinshkun V. V. Determining the quality of e-learning: approaches, models, criteria / V. V. Grinshkun, G. A. Krasnova // MCU Journal of Informatics and Informatization of Education. 2018. № 1 (43). P. 16–23.

9. Grinshkun V. V. New technologies and their impact on the development of the national education system / V. V. Grinshkun // Current Research in the Field of Mathematics, Computer Science, Physics and Methods of Their Study in the Modern Educational Space. Kursk: Kursk State University, 2017. P. 4–8.
10. Grinshkun V. V. Organization of educational project activities of students using information and telecommunication technologies / V. V. Grinshkun, M. E. Shirochenko // RUDN Journal of Informatization in Education. 2017. Vol. 14. № 2. P. 180–187.
11. Grinshkun V. V. Features of the fundamentalization of education at the present stage of its development / V. V. Grinshkun, I. V. Levchenko // RUDN Journal of Informatization in Education. 2011. № 1. P. 5–11.
12. Grinshkun V. V. Preparation of teachers for the use of electronic publications and resources / V. V. Grinshkun // Higher Education in Russia. 2007. № 8. P. 86–89.
13. Kuznetsov A. A. Development of the methodological system of education in the conditions of informatization of education / A. A. Kuznetsov, T. N. Suvorova // Bulletin of Vyatka State University. 2014. № 12. P. 182–187.
14. Makarova N. V. Statistical analysis of biomedical data using statistical software packages Statistica, SPSS, NCSS, SYSTAT: a methodological guide / N. V. Makarova. SPb.: Polytechnic-service, 2012. 178 p.

Статья поступила в редакцию: 18.11.2023;
одобрена после рецензирования: 09.01.2024;
принята к публикации: 16.01.2024.

The article was submitted: 18.11.2023;
approved after reviewing: 09.01.2024;
accepted for publication: 16.01.2024.

Информация об авторе / Information about author:

Валерий Егорович Гранкин — кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры физики, информатики и математики, Курский государственный медицинский университет, Курск, Россия.

Valery E. Grankin — Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physics, Computer Science and Mathematics, Kursk State Medical University, Kursk, Russia.

grankinve@kursksmu.net