

УДК 528. 235(043.3)

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЧИСЛЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК  
ПОПЕРЕЧНО-ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ МЕРКАТОРА  
И КОНИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ ЛАМБЕРТА ПРИМЕНЯТЕЛЬНО К ТЕРРИТОРИИ ЛИВИИ**

**A.A. АКРЕШ МОХАММЕД САБРИ**  
(*Полоцкий государственный университет*)

Приведены результаты анализа поперечно-цилиндрической проекции Меркатора и конической проекции Ламберта, применявшихся в настоящее время для территории Ливии. Для исследуемых конформных проекций наиболее существенные искажения обусловлены изменениями частного масштаба длин (масштаба), поэтому основное внимание уделено анализу максимальных изменений масштаба (отклонение от единицы). Ливия наиболее широко использует поперечно-цилиндрическую проекцию Меркатора двух видов: широко известную систему UTM и систему LTM (Ливийская поперечно-цилиндрическая проекция Меркатора в двухградусных зонах) в крупных и средних масштабах.

**Введение.** Ливия находится в Северной Африке и ее территория с Севера омывается Средиземным морем, крайние граничные точки Ливии имеют географические координаты:

$$B_S = 19^{\circ}30' 29,80''N; B_N = 33^{\circ} 09' 55,63''N; L_W = 9^{\circ} 24' 28,96''E; L_E = 25^{\circ} 05' 46,12''E.$$

Ливия использует для создания топографических карт поперечно-цилиндрическую проекцию Меркатора, с наибольшими искажениями на краю зоны, (зоны принимаются размерами в 6 и 2 градуса, в зависимости от масштаба создаваемых карт). Как известно, указанная проекция является обобщением широко известной поперечно-цилиндрической проекции Гаусса – Крюгера.

Исторически сложилось так, что в 1956 году топографической службой армии США были составлены картографические системы для Ливии в поперечно-цилиндрической проекции Меркатора с размерами зон в 6 градусов, с начальными параметрами проекции, принятыми для территории США. После революции 1971 года использовались и размеры зон в 2 градуса.

**1. Анализ работы.** Территория Ливии имеет геометрическую форму, близкую к квадратной, с координатами граничных точек, приведенными выше. В таком случае, как показывает опыт других стран, можно применять как проекцию Меркатора, так и проекцию Ламберта. До сих пор Ливия наиболее широко использует проекцию Меркатора с размерами зон в 6 и 2 градуса. С проекцией в 6 градусов Ливию пересекает 4 зоны, а в 2 градуса – 9 зон. Уменьшение размеров зон дает уменьшение изменений масштаба на краях зон.

В начале исследований мы взяли коническую проекцию Ламберта на касательной поверхности (в середине зоны масштаб  $m_0 = 1$  и линейные искажения отсутствуют), далее рассмотрены три случая:

- первый случай, когда одна зона для всей территории Ливии от средней широты ( $B_0 = 26^{\circ}$ );
- второй случай, когда имеем две зоны для всей территории Ливии со средними широтами соответственно:  $B_0 = 22,5^{\circ}$ ,  $B_0 = 29,5^{\circ}$ ;
- третий случай с тремя зонами для всей территории Ливии от средних широт:  $B_0 = 21,3333^{\circ}$ ,  $B_0 = 25,9999^{\circ}$ ,  $B_0 = 30,6666^{\circ}$ .

Поперечная проекция Меркатора УТМ взята на секущем цилиндре, при этом в середине зоны масштаб  $m_0 = 0,9996$  и постоянен во всех четырех зонах, результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Число зон	Проекция Ламберта		Проекция Меркатора	
	Изменения масштаба	0,0076	Изменения масштаба для зон в 6 градусов	0,0004
Одна зона		0,0019		
Две зоны		0,0008		
Три зоны				

Как видно из таблицы 1, в проекции Меркатора максимальные изменения масштаба на осевом и граничных меридианах постоянны и отличаются только знаком, в проекции Ламберта изменения масштаба зависят от размеров зон. Если произвести сравнение равных по размерам зон двух проекций, то для проекции Ламберта следует взять случай с тремя зонами.

Далее взяли проекцию Ламберта с двумя секущими параллелями (масштаб  $m = 1$  на параллелях сечения) и проекцию Меркатора, когда сечение поверхности эллипсоида производится по краю зоны

(изменение масштаба будет на краю зоны равным нулю, когда  $m = 1$ ). Выбор широт секущих параллелей произведен по методике, приведенной в [4].

Здесь будет три случая для Ламберта:

- одна зона для всей территории Ливии от широт ( $B = 19, B = 33$ );
- две зоны для всей территории Ливии от широт ( $B = 19, B = 26$ ), ( $B = 26, B = 33$ );
- три зоны для всей территории Ливии от широт ( $B = 20, B = 23,25$ ), ( $B = 24,75, B = 28$ ), ( $B = 29,5, B = 32,75$ ).

Во всех случаях изучали изменения масштаба. Результаты анализа приведены в таблице 2.

Таблица 2

Число зон	Конические проекции Ламберта с 2 параллелями		Поперечные цилиндрические проекции Меркатора UTM	
Одна зона	Изменения масштаба	0,0074	Изменения масштаба	0,0004
Две зоны		0,0019		
Три зоны		0,0004		

Из приведенных результатов видно, что коническая проекция Ламберта с 2 параллелями не уступает поперечно-цилиндрической проекции Меркатора UTM. При этом следует заметить, что алгоритм вычислений в проекции Ламберта существенно проще.

В таблице 3 приведены изменения масштаба в середине зоны, на краю зоны и в месте пересечения координатных осей.

Таблица 3

Конические проекции Ламберта с 2 параллелями в трёх зонах			Поперечные цилиндрические проекции Меркатора UTM	
В середине зоны	Изменения масштаба	0,0004	Изменения масштаба	0,0004
На краю зоны		0,00046		0,00071
В местах пересечения		0,00086		0,00111

**2. Коническая проекция Ламберта с 2-мя параллелями в трёх зонах и поперечно-цилиндрическая проекция (UTM) в 6 градусов.** Для исследований взяли три пункта, расположенных в местах, где изменения масштаба могут достигать наибольших значений в разных проекциях в каждой зоне (в середине, на севере и на краю), чтобы сравнительный анализ был объективен для обеих проекций, кроме того, в каждом пункте будет изучено изображение трех расстояний между этими точками. В качестве точного расстояния взяты значения, полученные из решения обратной геодезической задачи на эллипсоиде.

В работе изучается изменение масштаба в нескольких зонах в конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями и в трёх зонах проекции Меркатора UTM (Universal Transverse Mercator), которые пересекают Ливию в 4 зонах; в каждой зоне имеем три пункта, сравнение выполнено для крупных, средних и мелких масштабов с геодезической задачей на эллипсоиде. Таким образом, видны истинные величины искажений расстояний в различных случаях их изображения на плоскости проекций.

Здесь в каждой зоне изучали три пункта и в каждом из них рассчитали три расстояния: сначала в масштабе карты 1 : 10 000, затем в масштабе карты 1 : 200 000. Результаты приведены в таблицах 4 – 9.

Таблица 4

Первая зона (1 : 10 000) в южной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта	Меркатора	
Первый	Север – Юг	4613	4618	4612,58
	Диагональ	6347	6367	6346,94
	Восток – Запад	4359	4365	4360,30
Второй	Север – Юг	4613	4612	4614,07
	Диагональ	6314	6314	6316,16
	Восток – Запад	4312	4312	4313,80
Третий	Север – Юг	4345	4346	4346,36
	Диагональ	6338	6344	6338,29
	Восток – Запад	4613	4613	4613,86

Таблица 5

Вторая зона (1 : 10 000) в средней Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта	Меркатора	
Первый	Север – Юг	4614	4621	4616,43
	Диагональ	6248	6258	6250,60
	Восток – Запад	4213	4220	4214,72
Второй	Север – Юг	4614	4615	4616,37
	Диагональ	6210	6211	6212,59
	Восток – Запад	4157	4157	4158,24
Третий	Север – Юг	4616	4625	4616,72
	Диагональ	6196	6211	6197,62
	Восток – Запад	4134	4136	4135,63

Таблица 6

Третья зона (1 : 10 000) на севере Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта	Меркатора	
Первый	Север – Юг	4618	4625	4618,08
	Диагональ	6136	6138	6135,50
	Восток – Запад	4040	4046	4040,26
Второй	Север – Юг	4618	4618	4619,32
	Диагональ	6091	6091	6092,97
	Восток – Запад	3973	3973	3974,14
Третий	Север – Юг	4621	4621	4621,43
	Диагональ	6070	6079	6070,67
	Восток – Запад	3936	3937	3937,21

Таблица 7

Первая зона (1 : 200 000) в южной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта	Меркатора	
Первый	Север – Юг	69180	69180	69206,29
	Диагональ	104000	103800	103883,58
	Восток – Запад	77600	77700	77648,49

Таблица 8

Вторая зона (1 : 200 000) в средней Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта	Меркатора	
Первый	Север – Юг	69200	69200	69247,99
	Диагональ	101900	101700	101819,25
	Восток – Запад	74800	74900	74848,18

Таблица 9

Третья зона (1 : 200 000) на севере Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта	Меркатора	
Первый	Север – Юг	83150	83150	83159,75
	Диагональ	109600	109300	109447,11
	Восток – Запад	71400	71500	71440,50

**3. Коническая проекция Ламберта с 2-мя параллелями в 6, 7, 8 зонах и поперечная цилиндрическая проекция (LTM) в 2 градуса.** Поперечная двухградусная проекция Меркатора состоит из 9-ти зон, с 9-ю осевыми меридианами. Расстояние между крайними меридианами и осевым меридианом равно 200 000.00 м и наименьшее изменение масштаба на краю равно нулю, а масштаб на осевом меридиане равен 0,9999.

В сравниваемых проекциях выбирали 3 случая: 6, 7, 8 зон для проекции Ламберта.

В случае 6-градусных зон в конической проекции Ламберта изменения масштаба больше, чем в проекции Меркатора LTM, что видно из таблицы 9.

Таблица 9

Число зон	Конические проекции Ламберта с 2-мя параллелями в 6-ти зонах	Поперечные цилиндрические проекции Меркатора LTM	
Средняя зона	Искажения масштаба	0,00024	0,0001
Края зоны		0,000000	0,000024
Места пересечения		0,000128	0,000109

В случае 7 зон в конической проекции Ламберта изменение масштаба меньше, чем в проекции Меркатора LTM, кроме центра, но масштаб изменяется медленнее в направлении центра зоны и периодически в направлении точки пересечения координатных осей (табл. 10).

Таблица 10

Конические проекции Ламберта с 2-мя секущими параллелями в 7 зонах		Поперечные цилиндрические проекции Меркатора LTM	
Средняя зона	Изменения масштаба	0,00052	0,0001
Края зоны		0,000000	0,000024
Места пересечения		0,000104	0,000109

В случае 8-ми зон в конической проекции Ламберта искажается масштаб меньше относительно проекции Меркатора LTM, масштаб искажается медленнее в направлении центра зоны и периодически в направлении точки пересечения координатных осей (табл. 11).

Таблица 11

Конические проекции Ламберта с 2-мя параллелями в 8 зонах		Поперечные цилиндрические проекции Меркатора LTM	
Средняя зона	Изменения масштаба	0,0001	0,0001
Края зоны		0,000000	0,000024
Места пересечения		0,000104	0,000109

Из сравнения полученных результатов следует, что проекция Меркатора LTM и Ламберта примерно имеют одинаковые характеристики искажений в случае 8-ми зон. Здесь разделили территорию Ливии на 8 зон (с широтами граничных параллелей соответственно: 19.00-20.75; 20.75-22.50; 22.50-24.25; 24.25-26.00; 26.00-27.75; 27.75-29.50; 29.50-31.25; 31.25-33.00). Здесь каждая зона имеет ширину 2,35° с перекрытием в 0,3°, чтобы была разность широт между каждыми двумя параллелями в 1,75°; для Меркатора (Libyan Transverse Marketer) имеет место разность долгот в 2° и перекрытие в 0,3°, при этом расстояние в каждой зоне 200,000.00 м. Сравнение здесь будет, как в разделе 2. Кроме этого изучен крупный масштаб 1 : 1000, результаты исследования приведены во второй, пятой, и восьмой зонах (табл. 12 – 14).

Для масштаба 1 : 10 000 изучены первый и второй пункты (табл. 15 – 17), в масштабе 1 : 100 000 – первый пункт (табл. 18 – 20).

Таблица 12

## Вторая зона (1 : 1000) в южной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север – Юг	350,5	351,0	350,63
	Диагональ	379,0	384,0	379,98
	Восток – Запад	326,0	329,5	325,87
Второй	Север – Юг	461,0	461,5	460,86
	Диагональ	633,0	633,5	632,99
	Восток – Запад	434,0	434,0	433,93
Третий	Север – Юг	460,5	461,5	460,44
	Диагональ	632,0	633,0	632,02
	Восток – Запад	433,0	433,0	432,97

Таблица 13  
Пятая зона (1 : 1000) в средней Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север - Юг	379,5	379,0	379,23
	Диагональ	472,5	472,5	472,56
	Восток - Запад	349,5	349,5	350,14
Второй	Север - Юг	462,0	461,0	461,53
	Диагональ	622,5	622,0	622,11
	Восток - Запад	417,0	417,0	417,16
Третий	Север - Юг	461,5	461,5	461,53
	Диагональ	621,0	621,0	621,31
	Восток - Запад	416,0	416,0	415,97

Таблица 14  
Восьмая зона (1 : 1000) в северной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север - Юг	200,5	201,0	200,78
	Диагональ	518,0	518,0	517,80
	Восток - Запад	441,5	441,5	441,43
Второй	Север - Юг	397,0	397,0	396,89
	Диагональ	462,0	462,0	462,1
	Восток - Запад	609,0	609,0	609,14
Третий	Север - Юг	395,5	395,5	395,49
	Диагональ	462,0	462,0	461,98
	Восток - Запад	608,5	608,0	608,98

Таблица 15  
Вторая зона (1 : 10 000) в южной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север - Юг	4613	4613	4612,82
	Диагональ	6332	6333	6332,59
	Восток - Запад	4339	4339	4339,27
Второй	Север - Юг	4614	4613	4614,07
	Диагональ	6316	6315	6316,07
	Восток - Запад	4313	4313	4313,81

Таблица 16  
Пятая зона (1 : 10 000) в средней Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север - Юг	4615	4616	4615,68
	Диагональ	6220	6222	6220,90
	Восток - Запад	4172	4172	4171,57
Второй	Север - Юг	4616	4616	4616,62
	Диагональ	6203	6203	6203,63
	Восток - Запад	4144	4144	4144,73

Таблица 17  
Восьмая зона (1 : 10 000) в северной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север - Юг	4620	4620	4619,42
	Диагональ	6089	6090	6089,65
	Восток - Запад	3969	3969	3968,92
Второй	Север - Юг	4620	4620	4620,37
	Диагональ	6065	6065	6066,27
	Восток - Запад	3931	3931	3931,86

Таблица 18

Вторая зона (1 : 10 000) в южной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север – Юг	55360	54440	55366,69
	Диагональ	75610	75060	75673,82
	Восток – Запад	51670	51670	51676,18

Таблица 19

Пятая зона (1 : 10 000) в средней Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север – Юг	55400	54480	55403,98
	Диагональ	74120	73650	74269,96
	Восток – Запад	49570	49570	49572,40

Таблица 20

Восьмая зона (1 : 10 000) в северной Ливии

Номер пункта	Направление	Проекции		Геодезические задачи
		Ламберта в восьми зонах	Меркатора LTM	
Первый	Север – Юг	47050	47050	47053,22
	Диагональ	72550	69260	72638,10
	Восток – Запад	55440	46440	55448,49

Данные, приведенные в таблицах, позволяют объективно сравнить основные характеристики искажений для рассмотренных проекций, так как в качестве точных данных использовались результаты, полученные из вычислений на эллипсоиде путем решения геодезических задач по разным методам.

**4. Статистический анализ.** Здесь будут проанализированы результаты, которые приведены в таблицах следующими методами: по разностям результатов из таблиц; Ф-тест; корреляционный; по вероятности ожидаемых ошибок.

Все результаты, которые будут получены из статистического анализа, обозначены следующими буквами: X – лучше всего Ламберта; Y – лучше всего Меркатора; O – одинаковые; \* – наилучшие.

**4.1. Анализ данных, представленных в таблицах.** В конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями в трёх зонах и поперечно-цилиндрической проекции (UTM) в 6 градусов из таблиц 21 – 22 видно, что результаты в масштабе 1 : 10 000 Ламберта лучше, а в масштабе 1 : 200 000 Ламберта наилучшие.

Таблица 21

Изменения масштаба 1 : 10 000

Зона	Пункт	Направление		
		Север – Юг	Диагональ	Восток – Запад
Первая	Первое большое искажение	X*	X*	X*
	Второе меньшее искажение	X	O	O
	Третье среднее искажение	Y	X*	O
Вторая	Первое большое искажение	X*	X*	X*
	Второе меньшее искажение	Y	Y	O
	Третье среднее искажение	X*	X*	Y
Третья	Первое большое искажение	X*	X*	X*
	Второе меньшее искажение	O	O	O
	Третье среднее искажение	O	X*	Y

Таблица 22

Изменения масштаба 1 : 200 000

Зона	Пункт	Направление		
		Север – Юг	Диагональ	Восток – Запад
Первая	Первое большое искажение	O	Y*	X
	Второе меньшее искажение	O	X*	X
	Третье среднее искажение	O	O	X

В конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями в восьми зонах и поперечно-цилиндрической проекции (LTM) в 2 градуса из таблиц 23 – 25 видно, что результаты в масштабе 1 : 1000 Ламберта лучше, а в масштабе 1 : 200 000 Ламберта наилучшие.

Таблица 23

Изменения масштаба 1 : 1000

Зона	Пункт	Направление		
		Север – Юг	Диагональ	Восток – Запад
Первая	Первое большое искажение	X*	X*	X*
	Второе меньшее искажение	X*	X*	O
	Третье среднее искажение	X*	X*	O
Вторая	Первое большое искажение	X*	O	O
	Второе меньшее искажение	X*	Y	O
	Третье среднее искажение	O	O	O
Третья	Первое большое искажение	Y	O	O
	Второе меньшее искажение	O	O	O
	Третье среднее искажение	X*	O	O

Таблица 24

Изменения масштаба 1 : 10 000

Зона	Пункт	Направление		
		Север – Юг	Диагональ	Восток – Запад
Первая	Первое большое искажение	O	Y	O
	Второе меньшее искажение	X	X	O
	Третье среднее искажение	Y	X	O
Вторая	Первое большое искажение	O	O	O
	Второе меньшее искажение	O	Y	O
	Третье среднее искажение	O	O	O

Таблица 25

Изменения масштаба 1 : 100 000

Зона	Пункт	Направление		
		Север – Юг	Диагональ	Восток – Запад
Первая	Первое большое искажение	X*	X*	O
	Второе меньшее искажение	X*	X*	O
	Третье среднее искажение	O	X*	O

**4.2. Анализ по корреляциям, Ф-тесту и вероятности ожидаемых ошибок.** В корреляционном тесте чем результат ближе к единице, тем лучше; Ф-тест и по вероятности ожидаемых ошибок чем меньше, тем лучше.

Таблица 26

Проекция Ламберта в трёх зонах и проекция Меркатора UTM

Масштаб 10 000		
Проекция	Ламберта	Меркатора UTM
Корреляция	0,999999	0,999978
Ожидаемая ошибка	0,89 м	6,63 м
Ф-тест	0,9995	0,9916
Масштаб 10 000		
Проекция	Ламберта	Меркатора UTM
Корреляция	0,999999	0,999996
Ожидаемая ошибка	21,96 м	49,23 м
Ф-тест	0,9900	0,9916

Таблица 27

Проекция Ламберта в восьми зонах и проекция Меркатора UTM

Масштаб 10 000		
Проекция	Проекция	Проекция
Корреляция	0,999996	0,999951
Ожидаемая ошибка	0,3 м	1,07 м
Ф-тест	0,9983	0,9894
Масштаб 10 000		
Проекция	Ламберта	Меркатора UTM
Корреляция	0,999999	0,999999
Ожидаемая ошибка	0,48 м	0,70 м
Ф-тест	0,9994	0,9998
Масштаб 10 000		
Проекция	Ламберта	Меркатора UTM
Корреляция	0,999997	0,967089
Ожидаемая ошибка	27,33 м	31,19 м
Ф-тест	0,9911	0,9625

**Заключение.** Целью исследования является анализ изменений масштаба в проекции Меркатора и их сравнение с конической проекцией Ламберта, при этом изучались характеристики для нескольких пунктов по изменениям масштаба, произведено сравнение изображенных расстояний для троек геодезических пунктов, расположенных определенным образом, на основании чего получили следующие результаты:

- коническая проекция Ламберта на касательной поверхности имеет искажения масштаба больше, чем поперечная цилиндрическая проекция Меркатора на секущей поверхности;
- изменение масштаба в конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями меньше, чем в поперечно-цилиндрических проекциях Меркатора;
- в конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями наименьшие изменения масштаба в середине зоны;
- коническая проекция Ламберта с 2-мя параллелями в трёх зонах лучше, чем поперечно-цилиндрическая проекция Меркатора UTM;
- коническая проекция Ламберта с 2-мя параллелями в 8 и 7 зонах лучше, чем поперечная цилиндрическая проекция Меркатора UTM;
- коническая проекция Ламберта с 2-мя параллелями в 6 зоне по характеристикам искажений похожа на поперечно-цилиндрическую проекцию Меркатора UTM;
- изменения масштаба (искажение расстояний) в поперечно-цилиндрических проекциях Меркатора увеличивается быстрее с увеличением расстояний между геодезическими пунктами, а в конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями увеличивается медленнее;
- изменения масштаба в конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями в незначительной мере зависит от широты, что вполне объяснимо, потому что кривизна поверхности эллипсоида и радиус параллели изменяются с изменением широты;
- изменения масштаба в поперечно-цилиндрических проекциях Меркатора зависят от широты и долготы, потому что линейные размеры зон изменяются с изменением широты;
- в конической проекции Ламберта с 2-мя параллелями меньше зон и имеют место одинаковые системы (один и тот же осевой меридиан), а в поперечно-цилиндрических проекциях Меркатора большие зоны и каждая зона имеет свою систему, отсчитанную от соответствующего осевого меридiana;
- в конформных проекциях наиболее существенные искажения зависят от масштаба в расстояниях, угловые величины не искажаются, а поправки за кривизну изображения геодезической линии эллипсоида на плоскости проекций существенно менее значимы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Морозов, В.П. Курс сфериодической геодезии / В.П. Морозов. – М.: Недра, 1979. – 294 с.
2. Петер, Р. Картографические проекции / Р. Петер, 1974.
3. Коломийчук, Н.Д. Гидрография / Н.Д. Коломийчук. – М.: ГУНиО МО, 1975.
4. Подшивалов, В.П. Теоретические основы формирования координатной основы для геоинформационных систем / В.П. Подшивалов. – Новополоцк: ГГУ, 1998. – 125 с.
5. Фалем, Ж. Прикладная статистическая модель / Ж. Фалем. – США, 1974.
6. Бамвورد, Ж. Геодезия / Ж. Бамвورد. -- Оксфорд, 1980.
7. Дадашев, А.А. Картография и математическая обработка навигационно-гидрографической информации / А.А. Дадашев. – Фрунзе, 1987. – 372 с.

Поступила 10.04.2008