

ПРИЛОЖЕНИЕ
APPENDIX

Coordinates of sampling stations and some parameters of environments at the stations

Акватория	Станция	Широта	Долгота	Глубина, м	Тип осадков (< 0,1 мм, %)	<i>m</i> , мм	<i>TRF</i> ± <i>SE</i>
Бухта Золотой Рог и прол. Босфор Восточный	Z1	43°6,4'	131°55,7'	8	Алевриты и пелиты, пропитанные нефтепродуктами с различными антропогенными включениями (шлак, стекло и т.п.)	–	4,2±0,1
	Z7	43°6,55'	131°53,7'	12		–	4,5±0,1
	Z11	43°5,88'	131°52,38'	17		–	4,4±0,1
	Z12	43°5,5'	131°52,56'	23		–	4,1±0,1
	Z22	43°5,4'	131°53,55'	6		–	4,2±0,1
	Z18	43°3,5'	131°54,3'	34	Алеврит песчаный (72,7)	0,063	3,4±0,1
Амурский залив	A11	43°15'	131°54'	7	Алеврит пелитовый (99,3)	0,019	2,5±0,1
	A12	43°15,2'	131°46,8'	5	Алеврит пелитовый (88,4)	0,032	2,5±0,1
	A16	43°11'	131°53'	17	Алеврит пелитовый (96,1)	0,026	3,0±0,1
	A24	43°7,2'	131°51,2'	21	Алеврит пелитовый (89,9)	0,032	3,1±0,1
	A28	43°5'	131°44'	14	Алеврит песчаный (59,9)	0,078	2,1±0,1
	A37	42°56,2'	131°36,6'	35	Алеврит песчаный (82,9)	0,047	2,5±0,1
Уссурийский залив	U100	43°5,5'	131°59'	20	Песок алевритовый (43,8)	0,114	2,9±0,1
	U104	43°16,4'	132°18,4'	6	Алеврит пелитовый (94,9)	0,028	2,3±0,1
	U106	43°6,8'	132°11'	43	Алеврит песчаный (72,8)	0,054	2,2±0,1
	U108	42°56'	131°56,6'	55	Мелкий песок (12,3)	0,161	2,0±0,1

Примечание. Наименования типов осадков даны по Ф.Р. Лихт с соавторами [1979]; *m* — средний размер зерен; *SE* — ошибка репрезентативности; *TRF* — общий уровень химического загрязнения донных отложений.

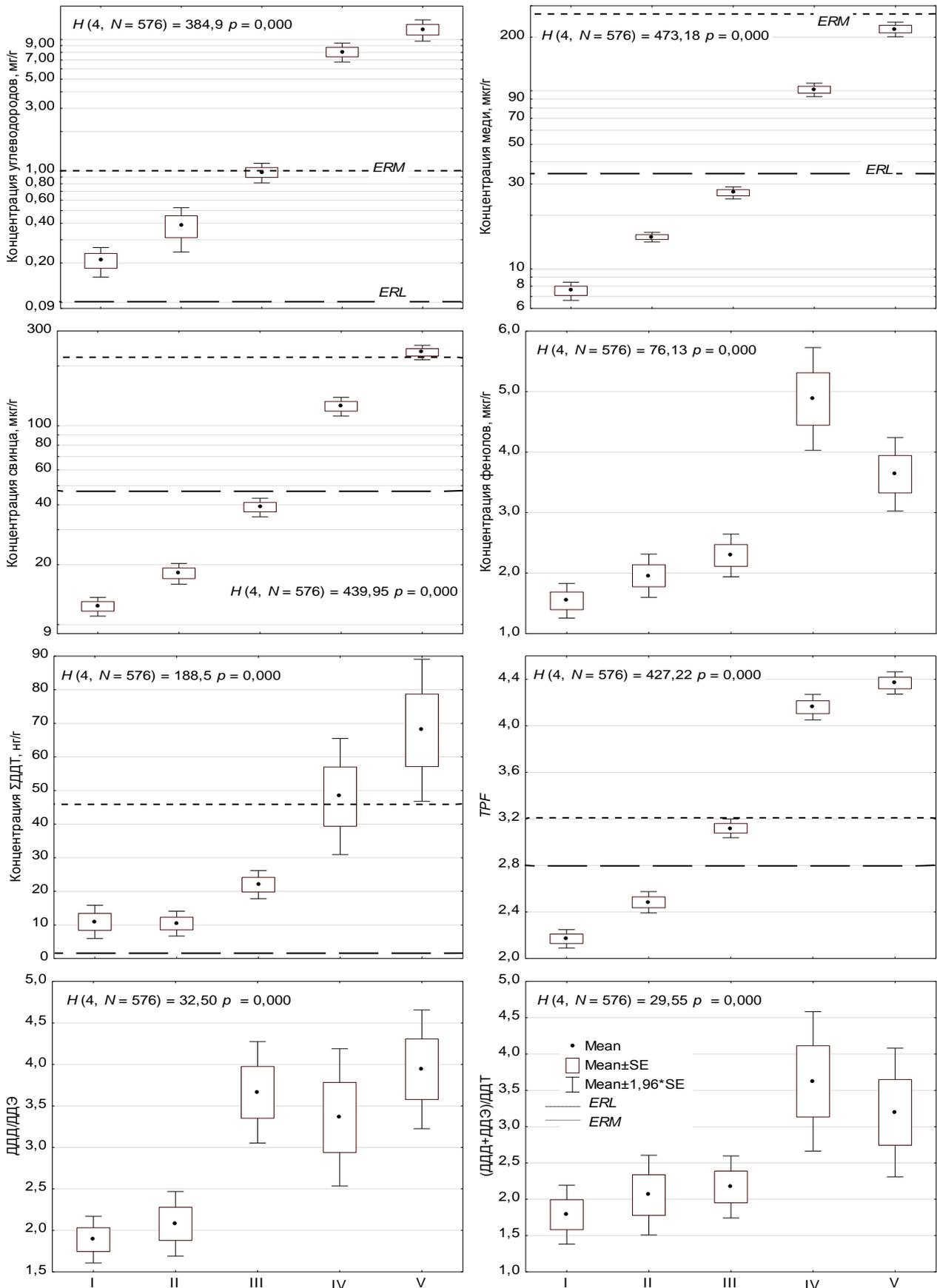


Рис. 1. Результаты теста Крускала-Уоллиса для исследованных загрязняющих веществ и индексов: I–V — группы по А.В. Мощенко с соавторами [2019]; N — число измерений, Mean — среднее значение, SE — ошибка репрезентативности, H — величина статистики критерия, p — вероятность справедливости нулевой гипотезы (H_0). Штриховые линии для TPF — величины ERL_q и ERM_q

Fig. 1. Results of Kruskal-Wallis test for contaminants and indices studied: I–V — groups from Moshchenko et al. [2019]; N — number of measurements; Mean — average value; SE — standard error; H — value of criterion's statistics; p — probability of H_0 validity. Dotted lines for TPF are ERL_q and ERM_q values

Результаты теста Манна-Уитни: приведены вероятности справедливости H_0 об идентичности пар распределений переменных

Results of Mann-Whitney test: probabilities of H_0 validity for pair identity of the variables distribution are shown

Загрязнитель и индекс	Сравнимые группы									
	V-IV	V-III	V-II	V-I	IV-III	IV-II	IV-I	III-II	III-I	II-I
Медь	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Свинец	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Углеводороды	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,133
Фенолы	0,058	0,001	0,000	0,000	0,230	0,000	0,000	0,000	0,000	0,017
ΣДДТ	0,907	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,287
ДДД/ДДЭ	0,683	0,000	0,010	0,000	0,000	0,028	0,000	0,483	0,580	0,264
(ДДД+ДДЭ)/ДДТ	0,531	0,013	0,000	0,003	0,116	0,000	0,028	0,001	0,373	0,059
TRF	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Примечание. Незначимые отличия выделены жирным шрифтом.

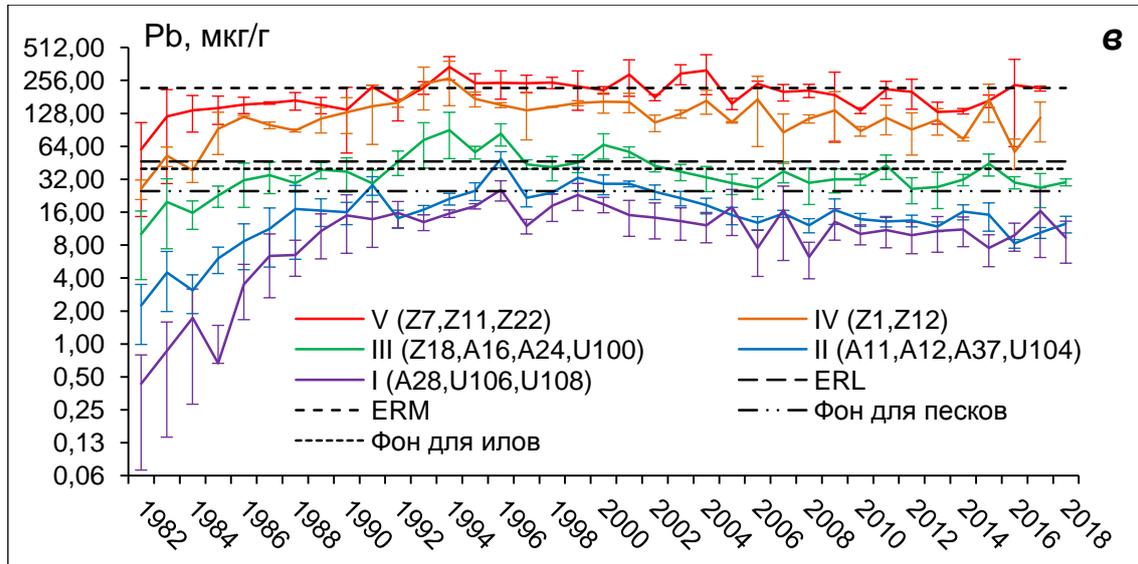
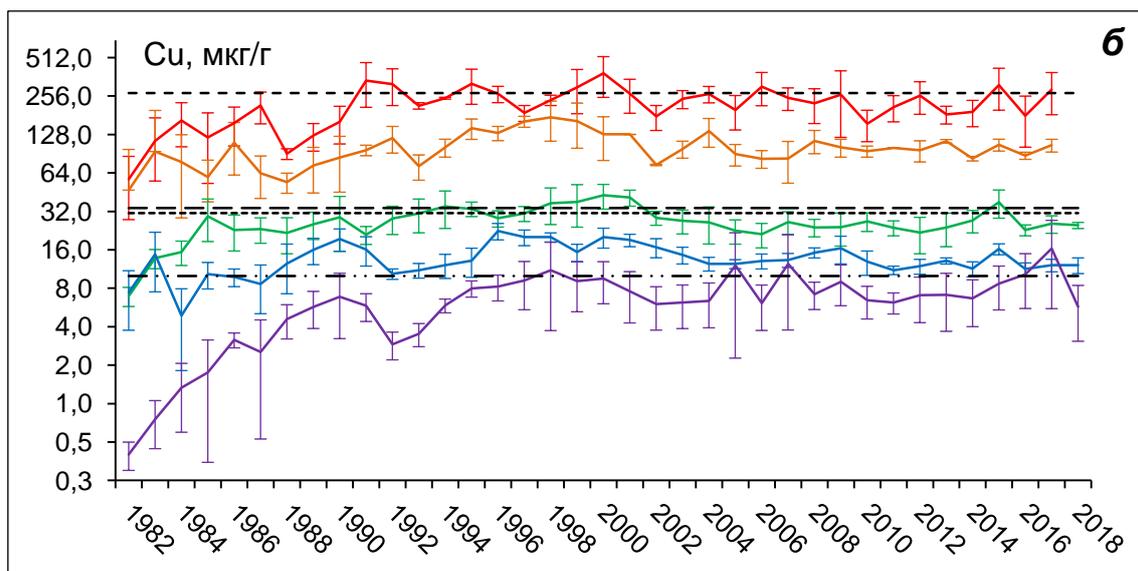
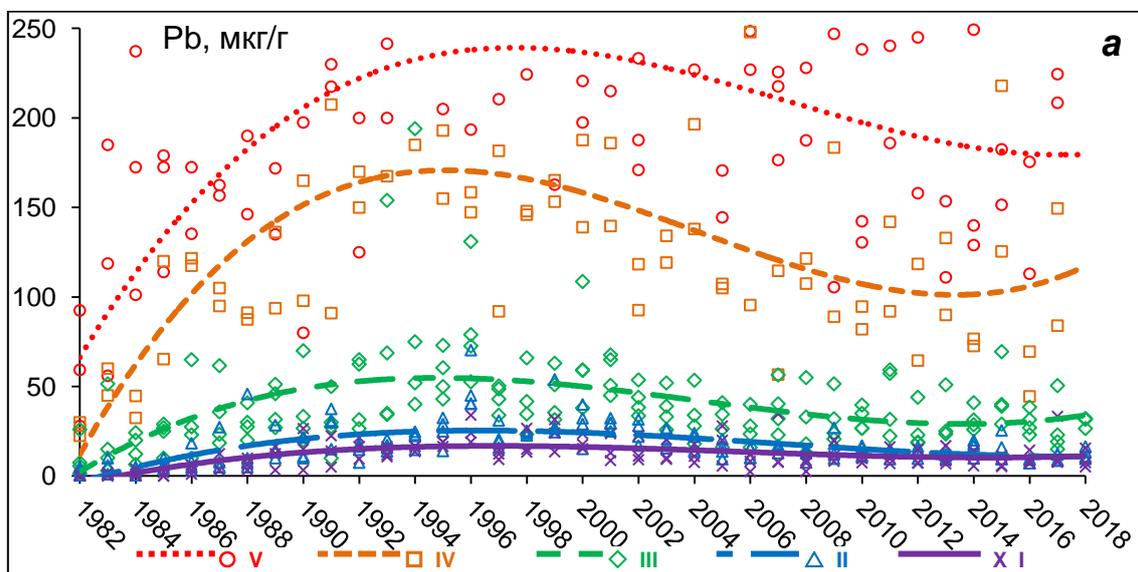


Рис. 2. Графический пример результатов ANCOVA — влияние фактора «группа», ковариаты «год» и их взаимодействия (а, концентрации > 250 мкг/г не показаны) и динамика концентраций металлов для разных групп станций (в скобках, буквенно-цифровое обозначение): б, в — логарифмический масштаб; планки погрешностей — ошибка репрезентативности

Fig. 2. Example of ANCOVA results plotting: а — mutual effects of factor «group» and covariate «year» and their gradation (concentrations > 250 mkg/g are not shown) and dynamics of metals concentrations, by groups of stations (in brackets): б, в — the same with logarithmic scale; bars — standard errors

Некоторые статистические характеристики концентраций загрязняющих веществ и производных индексов
(до исправления выбросов)

Some statistical parameters of contaminants concentration and indices (before outbreaks correction)

Параметр	Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение	Минимальная концентрация	Максимальная концентрация	Нижний квартиль	Медиана	Верхний квартиль	Мода	10 %-ый перцентиль	90 %-ый перцентиль
Группа I (n = 144)										
Медь, мкг/г	7,55	5,42	0,25	34,00	4,00	6,05	9,85	14,00	2,50	14,00
Свинец, мкг/г	12,36	8,20	<0,2	40,50	7,15	11,23	16,50	3,33	2,45	23,67
Углеводороды, мг/г	0,21	0,32	<0,04	2,05	0,07	0,11	0,17	0,11	0,04	0,42
Фенолы, мкг/г	1,54	1,75	<0,05	8,40	0,27	1,02	2,15	<0,05	<0,05	3,87
Сумма ДДТ, нг/г	10,92	30,24	<4,00	314,2	2,62	5,16	10,30	<4,00	0,93	17,30
ДДД/ДДЭ, усл. ед.	1,89	1,72	0,01	9,67	0,63	1,29	2,46	1,00	0,26	4,35
ДДД+ДДЭ/ДДТ, усл. ед.	1,79	2,48	0,02	14,22	0,45	0,77	1,91	1,31	0,30	4,28
TRF, усл. ед.	2,17	0,49	1,00	3,20	2,00	2,20	2,55	2,20	1,40	2,60
Группа II (n = 108)										
Медь, мкг/г	15,10	4,94	1,00	30,00	12,00	14,33	18,00	13,00	10,00	21,50
Свинец, мкг/г	18,12	11,54	0,50	70,33	10,00	15,90	25,17	5,00	5,00	31,00
Углеводороды, мг/г	0,38	0,75	<0,04	6,00	0,09	0,16	0,28	0,09	0,05	0,93
Фенолы, мкг/г	1,96	1,89	<0,05	8,15	0,59	1,34	2,97	<0,05	<0,05	4,65
Сумма ДДТ, нг/г	10,41	19,59	<4,00	115,3	2,70	4,84	9,38	<4,00	<4,00	20,89
ДДД/ДДЭ, усл. ед.	2,08	2,07	0,01	10,20	0,59	1,52	2,69	Mult.	0,22	4,50
ДДД+ДДЭ/ДДТ, усл. ед.	2,06	2,91	0,03	15,83	0,45	0,91	2,20	0,08	0,22	5,31
TRF, усл. ед.	2,48	0,49	1,20	3,80	2,40	2,50	2,80	2,40	1,80	3,00
Группа III (n = 144)										
Медь, мкг/г	26,77	12,81	4,30	71,25	18,00	25,50	33,26	26,00	12,50	40,75
Свинец, мкг/г	39,02	25,57	1,50	194,0	23,75	33,50	50,83	23,00	16,00	65,00
Углеводороды, мг/г	0,98	1,01	<0,04	5,47	0,24	0,68	1,39	Mult.	0,09	2,23
Фенолы, мкг/г	2,29	2,16	<0,05	10,40	0,69	1,67	3,24	<0,05	0,21	5,35
Сумма ДДТ, нг/г	21,99	25,80	<4,00	168,4	6,58	12,47	26,32	<4,00	<4,00	48,50
ДДД/ДДЭ, усл. ед.	3,66	3,74	0,03	19,41	1,00	2,70	4,92	1,00	0,45	8,61
ДДД+ДДЭ/ДДТ, усл. ед.	2,17	2,62	0,01	18,00	0,63	1,22	2,81	Mult.	0,31	5,00
TRF, усл. ед.	3,12	0,49	1,60	4,20	2,80	3,20	3,40	3,20	2,40	3,80
Группа IV (n = 72)										
Медь, мкг/г	101,5	38,00	11,00	216,7	80,46	99,25	117,2	Mult.	56,83	150,7
Свинец, мкг/г	125,5	59,05	22,50	350,0	90,50	118,9	154,1	Mult.	60,00	187,7
Углеводороды, мг/г	8,08	5,72	0,86	27,50	3,92	7,30	11,39	4,91	1,69	16,60
Фенолы, мкг/г	4,88	3,68	<0,05	15,31	1,43	4,47	7,37	1,00	0,71	9,03
Сумма ДДТ, нг/г	48,20	74,82	<4,00	599,1	18,45	32,45	51,33	<4,00	8,73	89,80
ДДД/ДДЭ, усл. ед.	3,36	3,58	0,09	15,19	0,85	2,22	4,00	0,19	0,44	9,14
ДДД+ДДЭ/ДДТ, усл. ед.	3,62	4,15	0,26	23,48	0,94	2,42	4,35	Mult.	0,53	7,97
TRF, усл. ед.	4,16	0,47	2,60	4,80	4,00	4,20	4,55	4,20	3,60	4,60
Группа V (n = 108)										
Медь, мкг/г	222,0	111,3	17,00	532,3	143,0	207,3	269,6	Mult.	88,75	395,0

Параметр	Среднее значение	Среднеквадратичное отклонение	Минимальная концентрация	Максимальная концентрация	Нижний квартиль	Медиана	Верхний квартиль	Мода	10 %-ный перцентиль	90 %-ный перцентиль
Свинец, мкг/г	234,5	103,9	28,00	602,5	170,8	224,4	280,0	Mult.	118,7	382,3
Углеводороды, мг/г	11,94	11,67	<0,04	59,67	4,03	7,43	15,23	6,90	1,61	30,92
Фенолы, мкг/г	3,63	3,22	<0,05	17,15	1,00	3,00	5,40	<0,05	0,31	7,61
Сумма ДДТ, нг/г	67,93	112,2	<4,00	883,7	20,38	35,16	69,37	<4,00	6,80	129,3
ДДД/ДДЭ, усл. ед.	3,94	3,79	0,01	18,21	1,00	2,97	6,03	7,53	0,33	9,05
ДДД+ДДЭ/ДДТ, усл. ед.	3,20	4,70	0,08	30,23	0,58	1,28	3,92	Mult.	0,39	7,87
TPF, усл. ед.	4,37	0,51	2,20	5,00	4,20	4,60	4,65	4,60	3,80	4,80
Все данные (n = 576)										
Медь, мкг/г	65,73	94,82	0,25	532,3	11,00	20,95	88,38	18,00	5,30	204,0
Свинец, мкг/г	75,91	98,28	<0,2	602,5	14,00	28,83	109,8	10,00	7,30	224,3
Углеводороды, мг/г	3,62	7,20	<0,04	59,67	0,12	0,53	3,81	0,11	0,07	11,67
Фенолы, мкг/г	2,62	2,72	<0,05	17,15	0,67	1,75	3,83	<0,05	<0,05	6,27
Сумма ДДТ, нг/г	28,94	63,15	<4,00	883,7	4,16	11,40	30,92	<4,00	<4,00	67,43
ДДД/ДДЭ, усл. ед.	2,94	3,17	0,01	19,41	0,82	1,85	4,00	1,00	0,31	6,77
ДДД+ДДЭ/ДДТ, усл. ед.	2,43	3,39	0,01	30,23	0,57	1,10	2,89	1,31	0,31	5,92
TPF, усл. ед.	3,13	0,98	1,00	5,00	2,40	3,00	4,00	Mult.	2,00	4,60

Примечание. Mult. — распределение переменной полимодальное; n — число наблюдений.

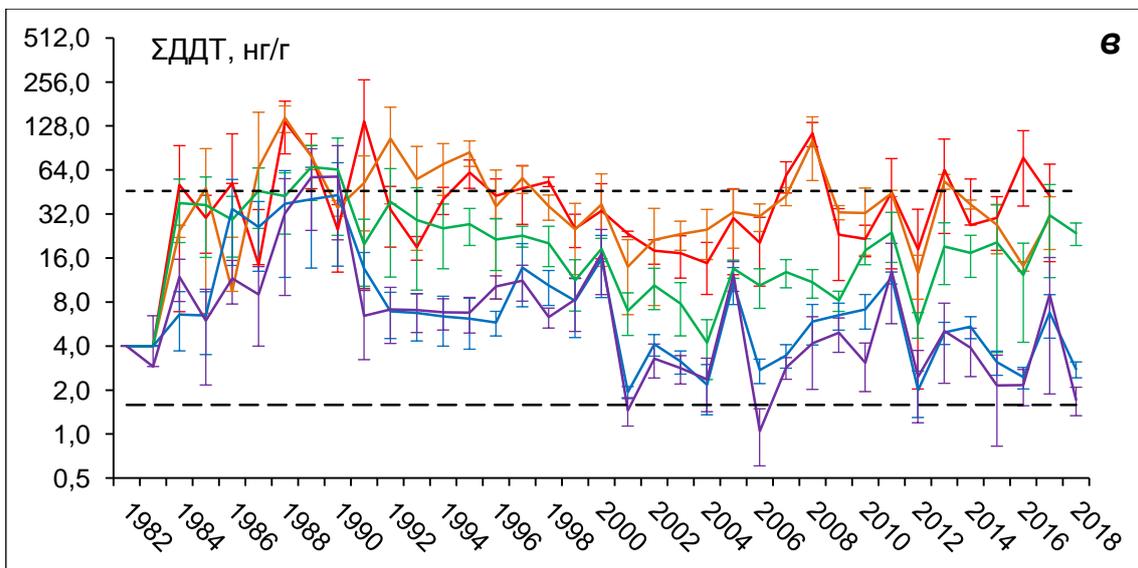
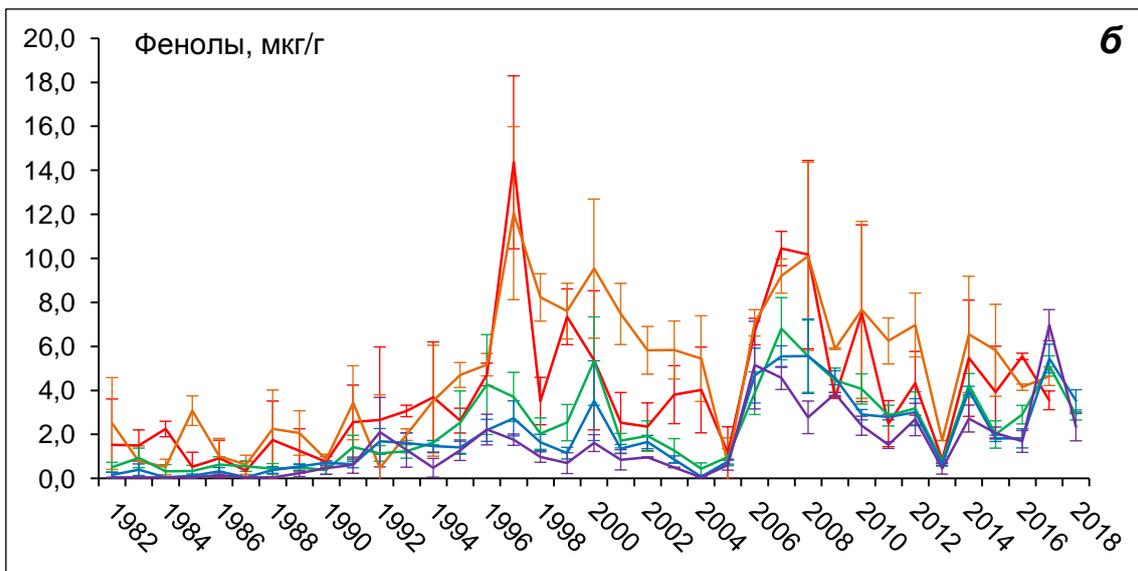
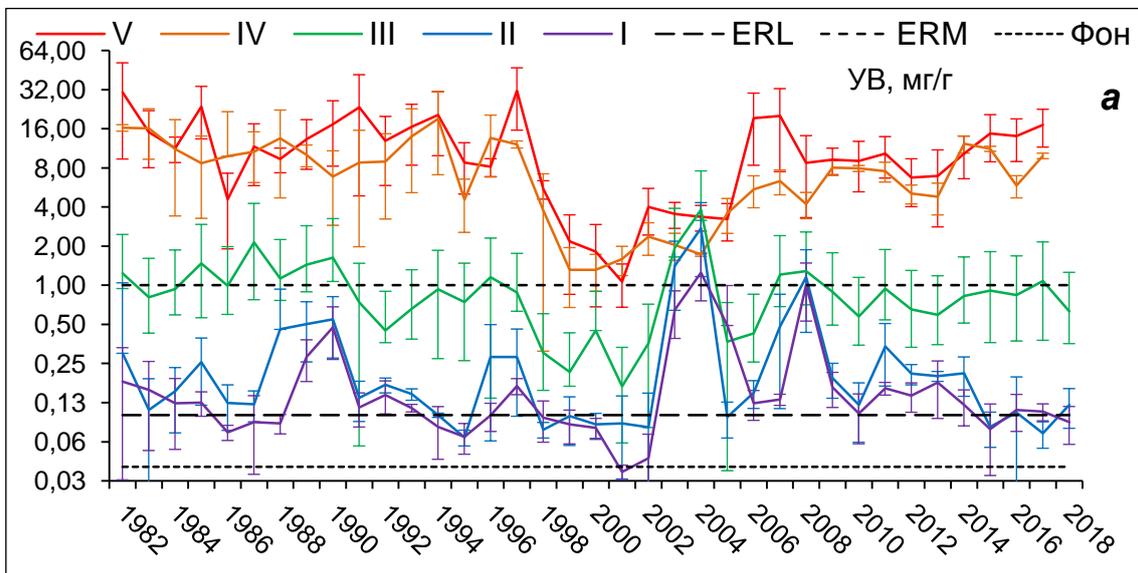


Рис. 3. Динамика некоторых загрязняющих веществ для разных групп станций: **а, в** — логарифмический масштаб; планки погрешностей — ошибка репрезентативности

Fig. 3. Dynamics of some contaminants, by groups of stations, logarithmic scale (**а, в**); bars — standard errors

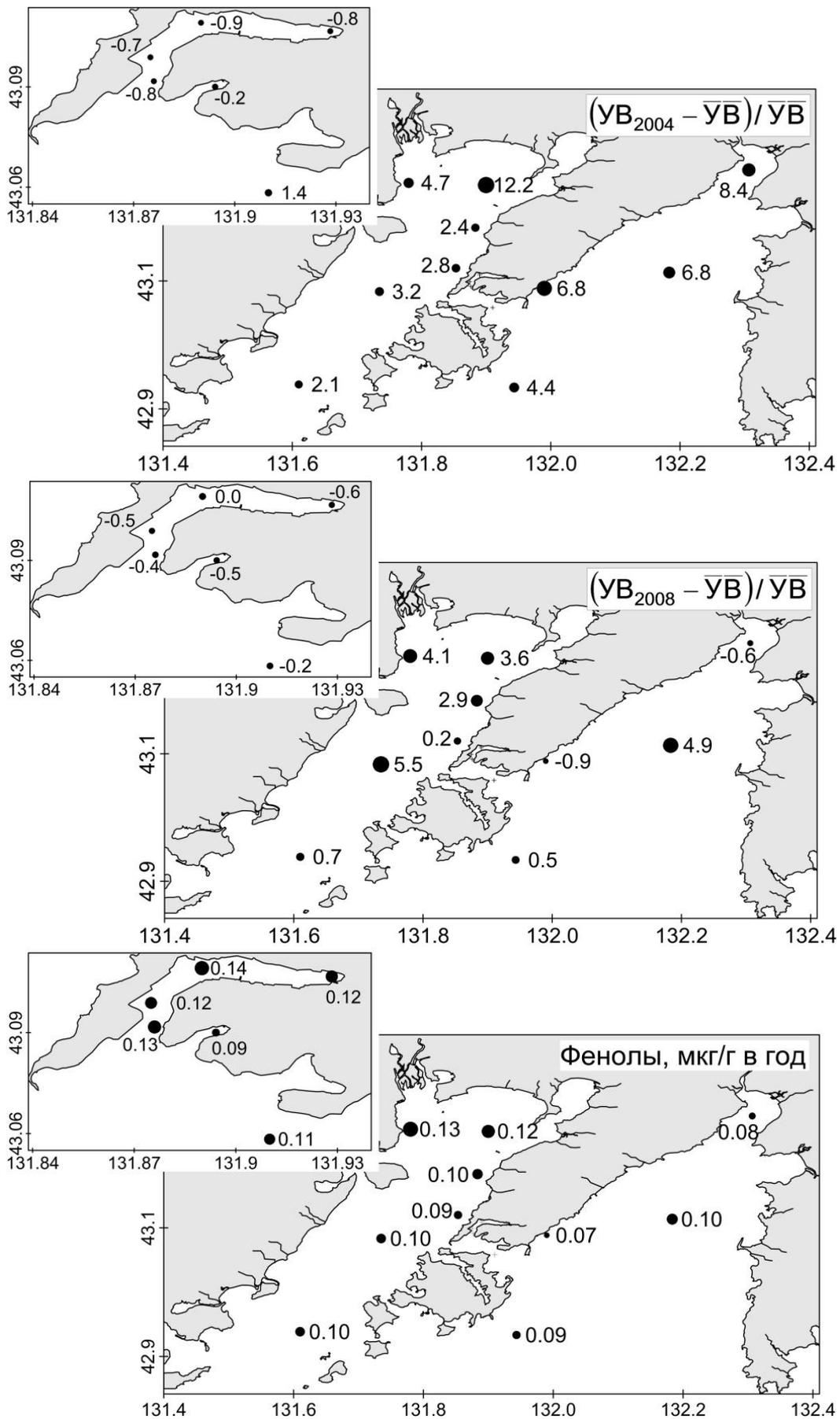


Рис. 4. Степень превышения средней многолетней концентрации углеводородов среднегодовым содержанием этих соединений и темпы прироста содержания фенолов на станциях ОГЧН

Fig. 4. Exceeding of mean annual concentration of hydrocarbons over their mean long-term value and rates of phenols content increment, by stations

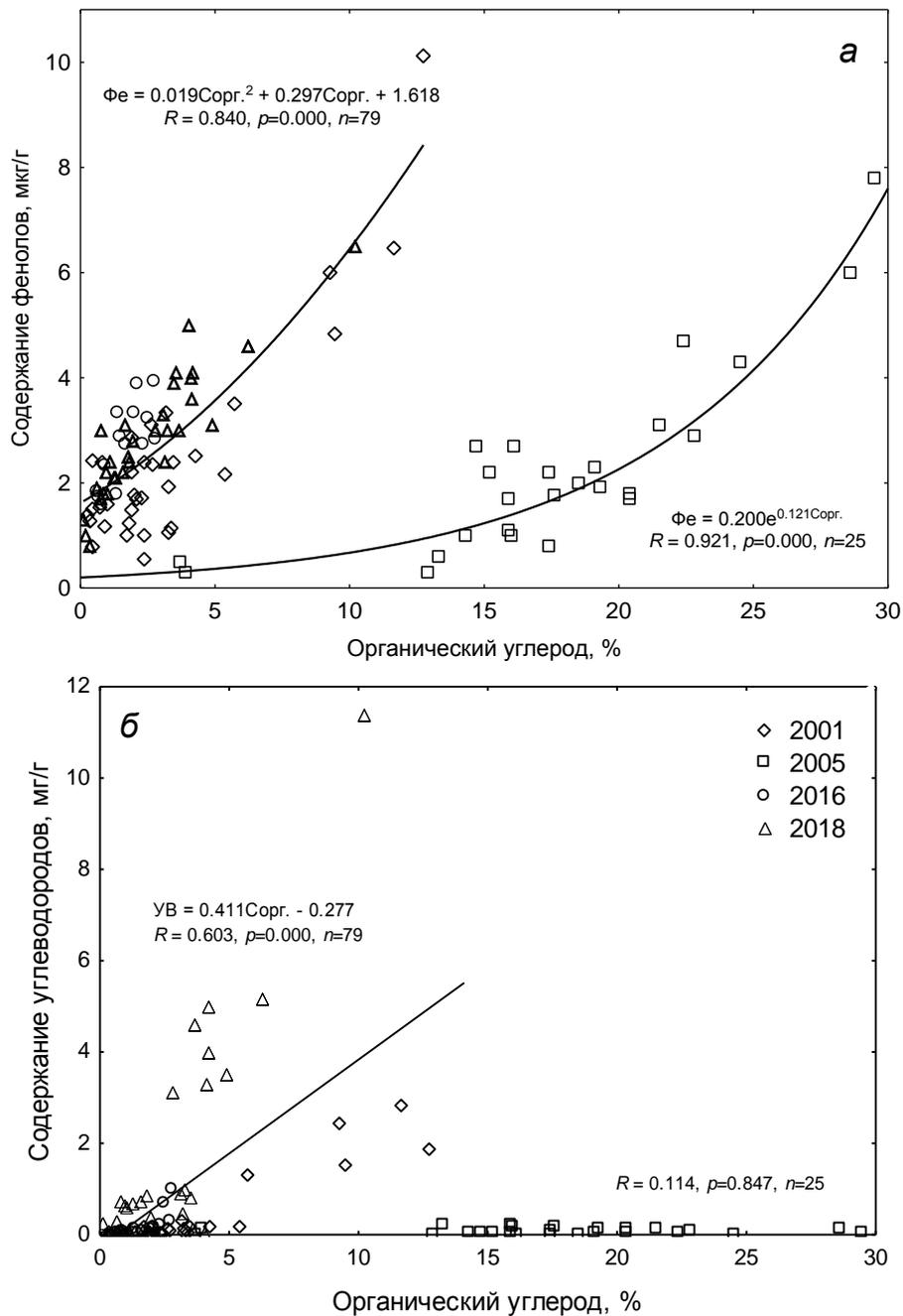


Рис. 5. Связь концентраций фенолов (а) и углеводородов (б) с содержанием органического углерода по результатам экспедиций разных лет: 2001, 2016, 2018 — середина августа, 2005 — начало июня
 Fig. 5. Links of phenols (а) and hydrocarbons (б) concentration with organic carbon content, by the surveys in 2001, 2016, 2018 (middle August), and 2005 (early June)

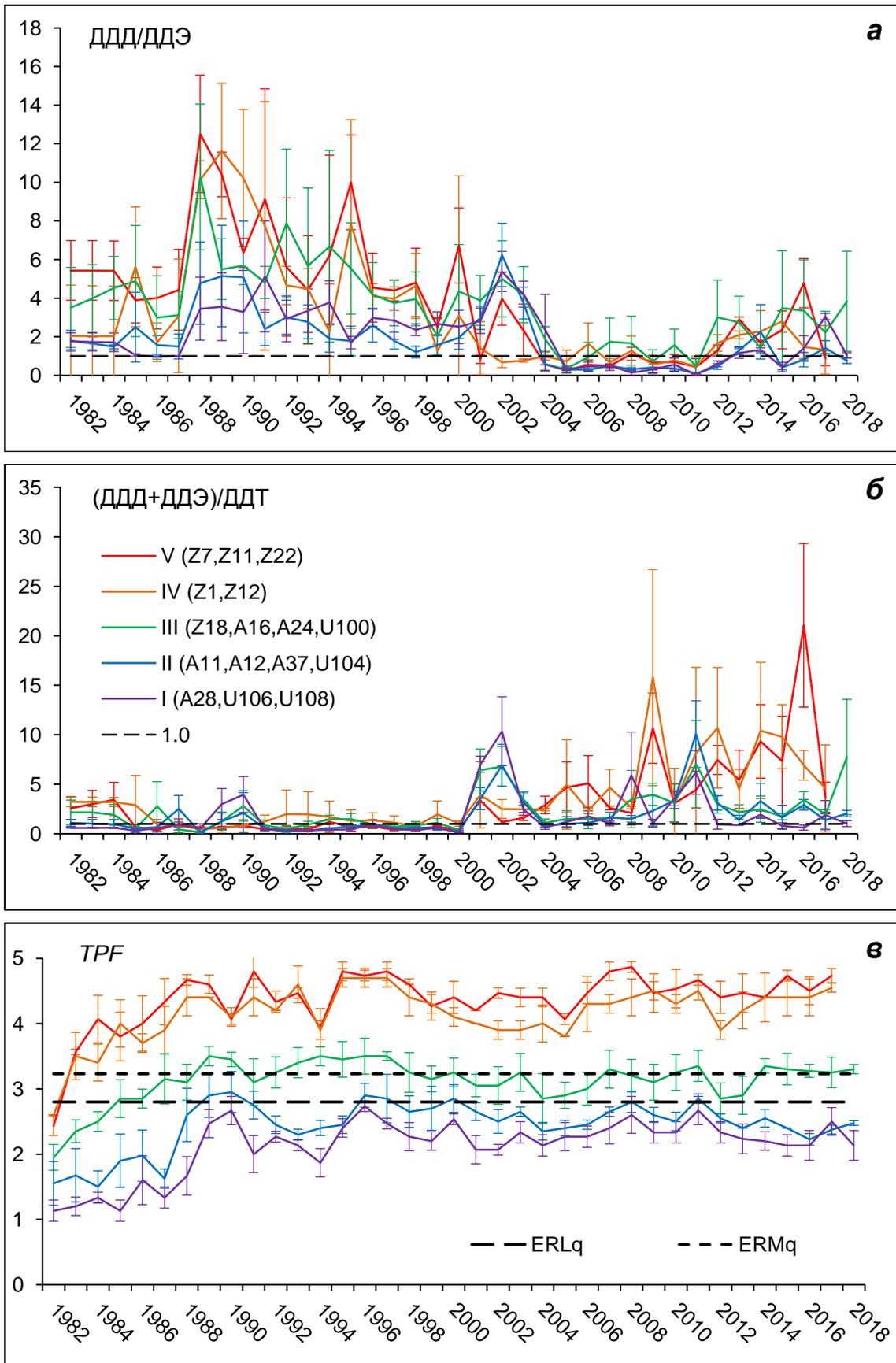


Рис. 6. Динамика соотношений ДДД/ДДЭ (а), (ДДД+ДДЭ)/ДДТ (б) и индекса TPF (в) для разных групп станций (в скобках, буквенно-цифровые обозначения); планки погрешностей — ошибка репрезентативности

Fig. 6. Dynamics of DDD/DDE (a) and (DDD+DDE)/DDT (б) ratios and TPF (в), by groups of stations; bars — standard errors

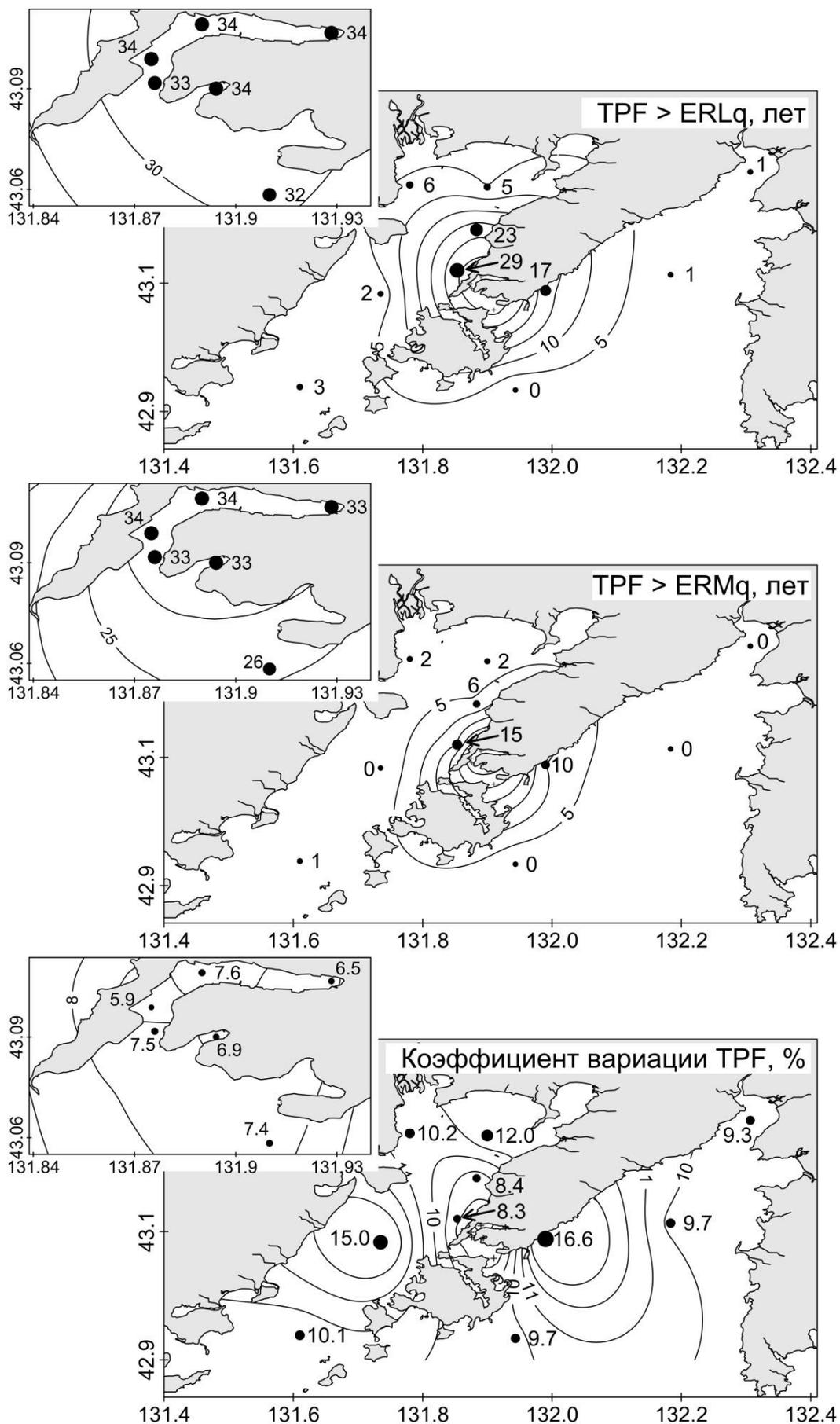


Рис. 7. Суммарная продолжительность вредного и экстремального воздействия (соответственно $TPF > ERL_q$ и ERM_q) и изменчивость индекса TPF

Fig. 7. Total duration of harmful and extreme impact of chemical contamination ($TPF > ERL_q$ and $TPF > ERM_q$, correspondingly) and TPF variability

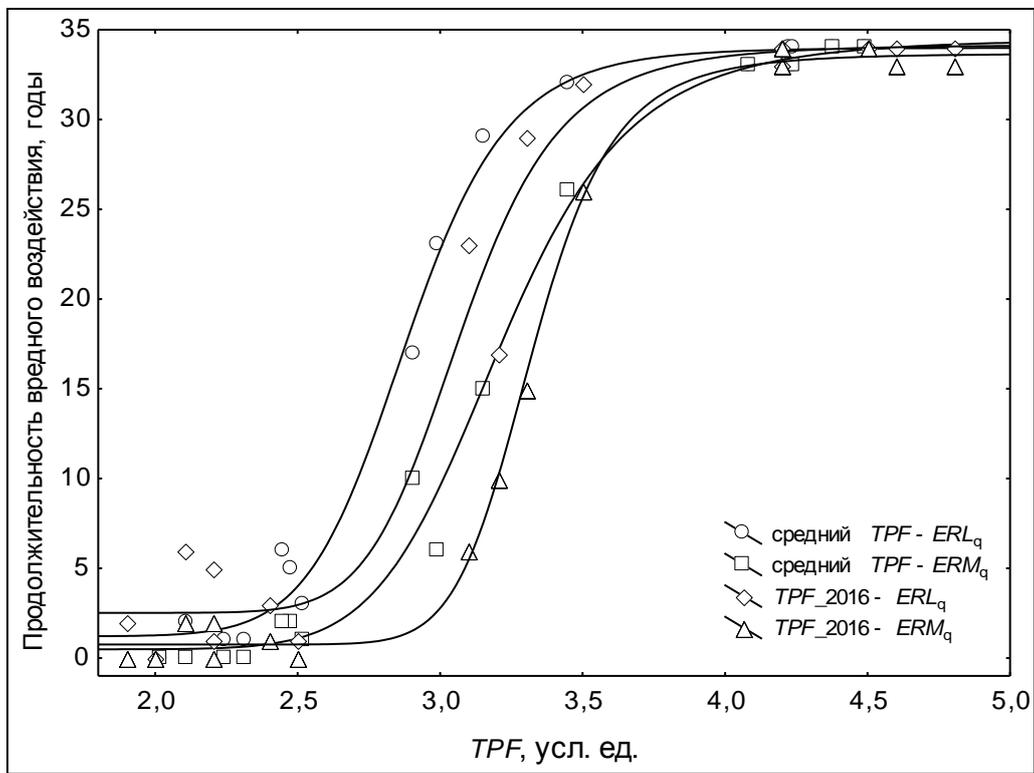


Рис. 8. Связь продолжительности вредного и экстремального воздействия (превышающего величины ERL_q и ERM_q) и общего уровня химического загрязнения (TPF)

Fig. 8. Relationship of harmful and extreme impact duration ($TPF > ERL_q$ and $TPF > ERM_q$) with total level of chemical contamination (TPF)

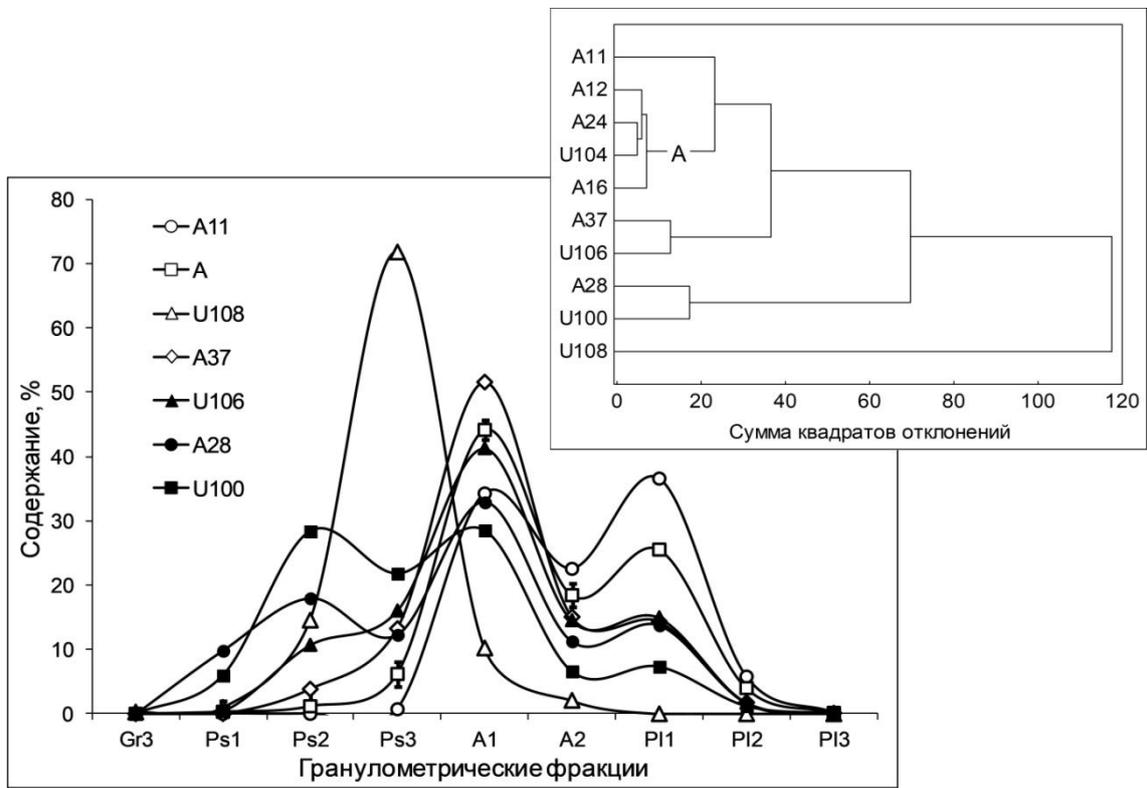


Рис. 9. Дендрограмма сходства станций по содержанию различных фракций, полученная методом Варда (метрика — эвклидово расстояние) и гранулометрические спектры (частиц > 2 мм — галька, средний и крупный гравий — в пробах не найдено)

Fig. 9. Dendrogram of contaminants content similarity between the stations, by Ward's method (using Euclidian distance) and granulometric spectra of bottom sediments (particles > 2 mm were absent)