

21-1835
Т. 1

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Полное собрание трудов
академика А. П. Виноградова

Том 1

**ХИМИЧЕСКИЙ
ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ
ОРГАНИЗМОВ МОРЯ**

21-01835

А. П. ВИНОГРАДОВ

Полное собрание трудов

**ХИМИЧЕСКИЙ
ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ
СОСТАВ
ОРГАНИЗМОВ МОРЯ**

Ответственный редактор
академик Ю.А. Костицын

Москва, 2020

УДК 550.4
ББК 28.080.3
В 49

Виноградов А.П.

Полное собрание трудов в 18 т. / А.П. Виноградов; под ред. академика Ю.А. Костицына; Ин-т геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского.
ISBN 978-5-907366-20-6

Complete collection of works in 18 vol. / A.P. Vinogradov; Man. Ed. academician Yu. A. Kostitsyn; Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry (GEOKHI RAS).
ISBN 978-5-907366-20-6

Т. 1. Химический элементарный состав организмов моря / науч. ред. В.В. Ермаков; [сост. Л.Д. Виноградова]. – М.: РАН – 2020. – 768 с.
ISBN 978-5-907366-08-4

V.1. The Chemical Elementary Composition of Marine Organisms / Sci. Ed. by V.V. Ermakov; [comp. by L. D. Vinogradova]. – M.: RAS –2020. – 768 P.
ISBN 978-5-907366-08-4

Первый том полного собрания трудов академика А.П. Виноградова включает монографию автора «Химический элементарный состав организмов моря», печатающуюся по тексту издания 2001 года. Она объединяет три части, изданные в 1935, 1937 и 1944 гг. с уточнениями и дополнениями на основе английского варианта 1953 г., а также 6 статей по биогеохимии морских организмов. Фундаментальная работа о содержании макро- и микроэлементов в морских организмах практически всех систематических групп, обитающих в различных регионах Мирового океана, не утратила своего значения как крупнейшее обобщение по морской и эволюционной биогеохимии.

Для специалистов, работающих в области биогеохимии, геологии, экологии моря, эволюционной биологии и палеобиогеохимии.

The first volume of the complete collection of works of academician A. P. Vinogradov includes the author's monograph «Chemical elementary composition of marine organisms», printed according to the text of the 2001 edition. It combining its three parts, published in 1935, 1937 and 1944, with clarifications and additions based on the English version of 1953, as well as 6 articles on the biogeochemistry of marine organisms. The fundamental work on the content of macro-and microelements in marine organisms of almost all systematic groups living in various regions of the world ocean has not lost its significance as the largest generalization of marine and evolutionary biogeochemistry.

For specialists working in the field of biogeochemistry, geology, marine ecology, evolutionary biology and paleobiogeochemistry.

УДК 550.4
ББК 28.080.3

ISBN 978-5-907366-20-6
ISBN 978-5-907366-08-4 (т. 1)

© Виноградов И.А., 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОБЩЕЕ ПРЕДИСЛОВИЕ К СОБРАНИЮ СОЧИНЕНИЙ А.П. ВИНОГРАДОВА	7
ПРЕДИСЛОВИЕ РЕДАКТОРА 1-ГО ТОМА ПОЛНОГО СОБРАНИЯ СОЧИНЕНИЙ А.П. ВИНОГРАДОВА	12
ОТ СОСТАВИТЕЛЯ	17
ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ОРГАНИЗМОВ МОРЯ	24
Глава I. ВВЕДЕНИЕ	24
1. ИСТОРИЯ НАКОПЛЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКИХ ДАННЫХ	24
2. ХАРАКТЕР АНАЛИТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА	33
3. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА	36
4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОРСКОЙ ВОДЫ	37
Глава II. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЕЙ	40
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	40
2. СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ RHAEORHUCEAE, RHODORHUCEAE и CHLORORHUCEAE	41
3. СОДЕРЖАНИЕ ЗОЛЫ В МОРСКИХ ВОДОРΟΣЛЯХ	46
4. СОДЕРЖАНИЕ С, Н и N В ВОДОРΟΣЛЯХ	50
5. RHAEORHUCEAE. СОДЕРЖАНИЕ Na, K, Ca, Mg, P, Cl и S	59
6. RHAEORHUCEAE. СОДЕРЖАНИЕ Na и K	66
7. RHAEORHUCEAE. СОДЕРЖАНИЕ Ca и Mg	70
8. RHAEORHUCEAE. СОДЕРЖАНИЕ S, Cl, P	71
9. RHAEORHUCEAE. СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ в СОДЕРЖАНИИ Na, K, Ca, Mg, P, S и Cl	74
10. RHODORHUCEAE. СОДЕРЖАНИЕ K, Na, Ca, Mg, P, S и Cl	74
11. CORALLINACEAE. СОДЕРЖАНИЕ Na, K, Ca, Mg, P, S, Cl	78
12. CHLORORHUCEAE	88
13. ИОД В ВОДОРΟΣЛЯХ	94
14. ИОД в RHAEORHUCEAE	98
15. ИОД в RHODORHUCEAE	123
16. ИОД в CHLORORHUCEAE	132
17. БРОМ В ВОДОРΟΣЛЯХ	134
18. МЫШЬЯК В ВОДОРΟΣЛЯХ	138

19. КРЕМНИЙ И АЛЮМИНИЙ В RHAEORHYZEAE, RHODORHYZEAE и CHLORORHYZEAE	140
20. МАРГАНЕЦ В ВОДОРΟΣЛЯХ	143
21. ЖЕЛЕЗО В ВОДОРΟΣЛЯХ	144
22. СОДЕРЖАНИЕ ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДОРΟΣЛЯХ (Cu, Zn, Ti, Pb, Mo, Sn, Co, Ni, Hg, Ag, Au, V, Cr, B, Bi, Sb, W, Ga, Ge, Be, Rb, Cs, Li, Sr, Ba, Tl, F и радиоактивных элементов)	146
23. СОДЕРЖАНИЕ ГАЗОВ В ВОДОРΟΣЛЯХ	156
Глава III. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ МОРСКОГО ПЛАНКТОНА	157
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	157
2. CYANORHYZEAE	160
3. FLAGELLATA	168
4. PERIDINIEAE	171
5. DIATOMEAE	172
Глава IV. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ МОРСКИХ БАКТЕРИЙ	181
Глава V. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ ZOSTERA И ДРУГИХ ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ МОРЯ	184
Глава VI. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ PROTOZOA	189
1. FORAMINIFERA	190
2. XENOPHYOPHORA	196
3. RADIOLARIA	197
4. HELIOZOA, INFUSORIA И ДРУГИЕ PROTOZOA	199
5. СОДЕРЖАНИЕ ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ в PROTOZOA	200
Глава VII. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ PORIFERA	201
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	201
2. СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, ЗОЛЫ, УГЛЕРОДА, ВОДОРОДА И АЗОТА В ГУБКАХ	202
3. КЛАСС DEMOSPONGIAE, ОТРЯД CORNACUSPONGIDA	204
4. TETRAHONIDA	206
5. КЛАСС NYALOSPONGIAE (= HEXACTINELLIDAE)	208
6. ДРУГИЕ КРЕМНИЕВЫЕ ГУБКИ	208
7. О СОСТОЯНИИ SiO ₂ В ГУБКАХ И О КРЕМНИЕВОМ ОБМЕНЕ В МОРЕ	208
8. CALCAREA	212
9. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ	213

Глава VIII. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
COELENTERATA	219
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	219
2. СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, N, C в COELENTERATA И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИХ БЕССКЕЛЕТНЫХ ФОРМ	221
3. HYDROCORALLINA	226
4. HEXACORALLIA	227
5. OSTOCORALLIA	230
6. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ И ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ В COELENTERATA	236
7. ГАЛОГЕНЫ, МЫШЬЯК И РАДИОАКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ	240
8. STENOPHORA	243
Глава IX. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
BRYOZOA	244
СОДЕРЖАНИЕ Fe И ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В BRYOZOA	247
ГЛАВА X. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
BRACHIOPODA	248
1. INARTICULATA (ФОСФАТНО-ИЗВЕСТКОВЫЕ BRACHIOPODA)	248
2. ARTICULATA (ИЗВЕСТКОВЫЕ BRACHIOPODA)	250
3. СОДЕРЖАНИЕ ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В BRACHIOPODA	252
Глава XI. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
VERMES	254
1. СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, ЗОЛЫ, N, C, Ca, P, S, K и Na в VERMES	254
2. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ИЗВЕСТКОВЫХ И ФОСФАТНЫХ ТРУБОК VERMES	258
3. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В VERMES	260
4. МЕТАЛЛОИДЫ В VERMES	263
Глава XII. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
PHORONIDEA	266
Глава XIII. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
ENTEROPNEUSTA	267
Глава XIV. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
ECHINODERMATA	268
1. СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, ЗОЛЫ И АЗОТА В ECHINODERMATA	269
2. СОДЕРЖАНИЕ Na, K, Ca, Mg, P, S, Cl и Si в ECHINODERMATA	270
3. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ СКЕЛЕТОВ ECHINODERMATA, ECHINOIDEA	278
4. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ СКЕЛЕТОВ CRINOIDEA	282
5. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ СКЕЛЕТОВ ASTEROIDEA	284

6. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ СКЕЛЕТОВ ORNITHUROIDEA	284
7. ФОРМЫ CaCO_3 и MgCO_3 В СКЕЛЕТАХ ECHINODERMATA	284
8. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ СКЕЛЕТНЫХ ЧАСТЕЙ (СПИКУЛ) HOLOTHURIA	285
9. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ	286
10. НАХОЖДЕНИЕ ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ	289
11. СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОИДОВ В ECHINODERMATA	293

Глава XV. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ MOLLUSCA

1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	296
2. СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ЗОЛЫ	297
3. СОДЕРЖАНИЕ С, Н И N	306
4. СОДЕРЖАНИЕ Na, K, Ca, Mg, P, S, Cl и Si	309
5. СОДЕРЖАНИЕ Na и K	314
6. СОДЕРЖАНИЕ Ca и Mg	315
7. СОДЕРЖАНИЕ P, S и Cl	316
8. СОДЕРЖАНИЕ Si	319
9. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ РАКОВИН И ДРУГИХ СКЕЛЕТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ	320
10. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАКОВИН CEPHALOPODA	324
11. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАКОВИН LAMELLIBRANCHIATA	327
12. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАКОВИН AMPHINEURA, SCAPHOPODA, PTEROPODA, HETEROPODA	333
13. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАКОВИН GASTROPODA	335
14. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЖЕМЧУГА	341
15. СОДЕРЖАНИЕ Mn, Fe, Си и Zn	342
МАРГАНЕЦ В MOLLUSCA	342
МАРГАНЕЦ В CEPHALOPODA	344
МАРГАНЕЦ В GASTROPODA	346
МАРГАНЕЦ В LAMELLIBRANCHIATA	348
ЖЕЛЕЗО В MOLLUSCA	354
ЖЕЛЕЗО В CEPHALOPODA	354
ЖЕЛЕЗО В GASTROPODA	356
ЖЕЛЕЗО В LAMELLIBRANCHIATA	359
МЕДЬ В MOLLUSCA	363
МЕДЬ В CEPHALOPODA	364
МЕДЬ В GASTROPODA	370
МЕДЬ В LAMELLIBRANCHIATA	373
ЦИНК В MOLLUSCA	379

ЦИНК В CERHALOPODA	380
ЦИНК В GASTROPODA	380
ЦИНК В LAMELLIBRANCHIATA	381
16. НАХОЖДЕНИЕ ДРУГИХ МЕТАЛЛОВ В MOLLUSCA	385
17. ЩЕЛОЧНЫЕ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫЕ МЕТАЛЛЫ В MOLLUSCA	386
18. МЕТАЛЛОИДЫ В MOLLUSCA	393
Глава XVI. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
ARTHROPODA	400
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	400
2. СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ, ЗОЛЫ, АЗОТА И ХЛОРА В CRUSTACEA	401
3. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ENTOMOSTRACA	410
4. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ COPEPODA	411
5. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ BRACHIOPODA	414
6. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ OSTRACODA	415
7. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ CIRRIPIEDIA	416
8. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ MALACOSTRACA, DECAPODA	418
9. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ STOMATOPODA	424
10. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ AMPHIPODA	424
11. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ MYSIDACEAE	426
12. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ISOPODA	426
13. ПАНЦИРЬ И МЕТАБОЛИЗМ Ca у CRUSTACEA	426
14. СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ в CRUSTACEA	429
15. ДРУГИЕ МЕТАЛЛЫ в CRUSTACEA	436
16. МЕТАЛЛОИДЫ в CRUSTACEA	438
17. ПО ПОВОДУ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НЕКОТОРЫХ ВЫМЕРШИХ ARTHROPODA: TRILOBITA, GIGANTOSTRACA и XIPHOSURA	441
Глава XVII. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
TUNICATA	445
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	445
2. НАХОЖДЕНИЕ ВАНАДИЯ в ASCIDIÆ	449
Глава XVIII. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ	
LEPTOCARDII И CYCLOSTOMATA	458
Глава XIX. ГЕМОГЛОБИН, ГЕМОЦИАНИН И ДРУГИЕ	
ДЫХАТЕЛЬНЫЕ ПИГМЕНТЫ INVERTEBRATA,	
СОДЕРЖАЩИЕ МЕТАЛЛЫ	459
1. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ И ДРУГИХ ЖИДКОСТЕЙ ТЕЛА INVERTEBRATA	459
2. МЕТАЛЛООРГАНИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ СОЕДИНЕНИЯ у БЕСПОЗВОНОЧНЫХ	463

Глава XX. МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ СКЕЛЕТОВ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ	483
1. КАРБОНАТЫ КАЛЬЦИЯ и МАГНИЯ	483
2. СКЕЛЕТНЫЕ ЧАСТИ с ДРУГИМИ СОЛЯМИ Ca, Sr, Ba	487
3. КРЕМНИЕВЫЕ СКЕЛЕТЫ	487
4. ФОСФАТЫ и АПАТИТЫ	489
5. ОКСИИ И ГИДРООКСИ МЕТАЛЛОВ В СКЕЛЕТАХ ОРГАНИЗМОВ	491
Глава XXI. ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ РЫБ	492
1. ОБЩИЕ ЗАМЕЧАНИЯ	492
2. СОДЕРЖАНИЕ H ₂ O	518
3. СОДЕРЖАНИЕ C, H и N	530
4. СОДЕРЖАНИЕ ЗОЛЫ	533
5. СОДЕРЖАНИЕ K, Na, Ca, Mg, P, S, Cl, Si	535
6. СОДЕРЖАНИЕ K и Na	545
7. СОДЕРЖАНИЕ Ca и Mg	549
8. СОДЕРЖАНИЕ P и S	552
9. СОДЕРЖАНИЕ Cl	558
10. СОДЕРЖАНИЕ SiO ₂	559
11. СОДЕРЖАНИЕ Mn	559
12. СОДЕРЖАНИЕ Fe	562
13. СОДЕРЖАНИЕ Zn	567
14. СОДЕРЖАНИЕ Cu	571
15. СОДЕРЖАНИЕ Al	576
16. СОДЕРЖАНИЕ Hg	577
17. СОДЕРЖАНИЕ Pb, Mo, Ni, Co, Ti, Cr, Ag, Nb, V В ТКАНЯХ РЫБ	577
18. СОДЕРЖАНИЕ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	579
19. СОДЕРЖАНИЕ B	580
20. СОДЕРЖАНИЕ СИЛЬНО РАДИОАКТИВНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ	580
21. СОДЕРЖАНИЕ Br	581
22. СОДЕРЖАНИЕ F	581
23. СОДЕРЖАНИЕ I	582
24. СОДЕРЖАНИЕ As	598
25. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КРОВИ РЫБ	604
26. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ КОСТЕЙ И ДРУГИХ СКЕЛЕТНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЫБ	608
27. ГАЗЫ В РЫБАХ	612

Глава XXII. РЕГУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ СОЛЕВОЙ МАССЫ ОКЕАНА НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ	616
Глава XXIII. ОСНОВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ХИМИЧЕСКОМ ЭЛЕМЕНТАРНОМ СОСТАВЕ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ В ТЕЧЕНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ВРЕМЕНИ	624
ЛИТЕРАТУРА	636
ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ	706
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВЕСА МОРСКИХ ЖИВОТНЫХ	706
ВАНАДИЙ В МОРСКИХ ОРГАНИЗМАХ	712
ХИМИЧЕСКИЙ ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ В СВЯЗИ С ВОПРОСАМИ ИХ СИСТЕМАТИКИ И МОРФОЛОГИИ	714
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГЛУБОКОВОДНОГО КОРАЛЛА (PRIMNOA RESEDAEFORMIS VAR. PACIFICA) ИЗ ЯПОНСКОГО МОРЯ	729
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МОРСКОГО ПЛАНКТОНА	733
СОДЕРЖАНИЕ ИОДА В КРАСНЫХ ВОДОРОСЛЯХ	751
LA COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL DE LOS ORGANISMOS MARINOS (THE ELEMENTARY CHEMICAL COMPOSITION OF MARINE ORGANISMS)	759