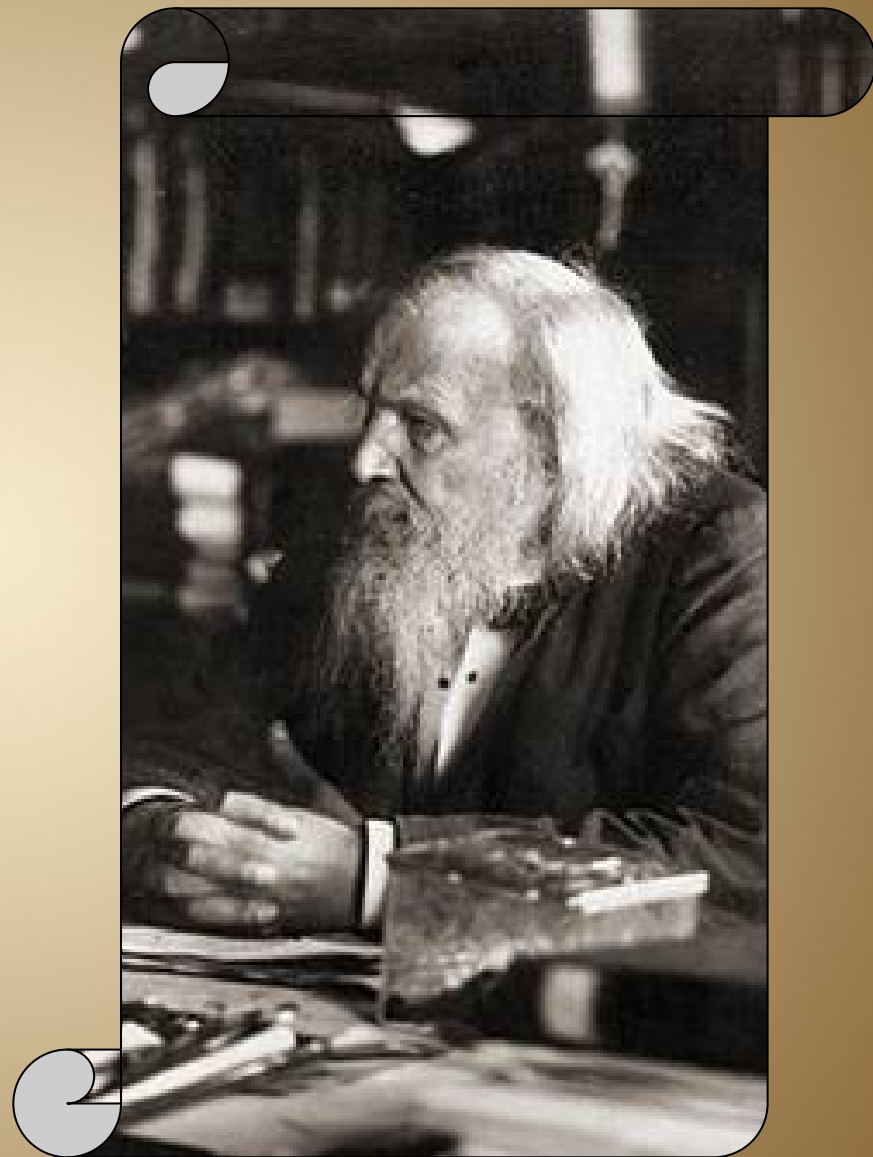


**Шановні дослідники!**

**Відділ зберігання фондів продовжує  
знайомити з колекційним фондом НТБ  
КНУТД. До вашої уваги надаються  
прижиттєві, і не тільки, видання  
вчених із світовим ім'ям.**



**Дмитро Іванович Менделєєв (\*27 січня (8 лютого) 1834, Тобольськ — †20 січня (2 лютого) 1907, Санкт-Петербург) —хімік із світовим ім'ям, один з авторів періодичної таблиці хімічних елементів.**



## **Пам'ятник Д. Менделєєву на території КПІ**

**Дмитро Іванович Менделєєв народився 8 лютого 1834 року у Тобольську, у родині директора місцевої гімназії.**

**З 1850 року навчався на фізико-математичному факультеті Петербурзького педагогічного інституту. У 1855 році закінчив його з золотою медаллю і був направлений учителем гімназії спочатку в Сімферополь, а потім в Одесу .**



**У 1882 році Лондонське королівське товариство присудило золоті медалі Деві з формулюванням «За відкриття періодичних співвідношень атомних ваг» спільно Менделєєву і німецькому хіміку Лотару Юліусу Маєру.**



54

M50

Менделѣевъ, Д.(1834-1907)

*Изслѣдованіе водныхъ  
растворовъ по удѣльному вѣсу*  
[Текст] : редкая книга / Д.  
Менделѣевъ. - СПб : Тип. В.  
Демакова, 1887. - XXI, 520 с.



Д. Менделѣевъ.

ИЗСЛѢДОВАНИЕ

# ВОДНЫХЪ РАСТВОРОВЪ

ПО УДѢЛЬНОМУ ВѢСУ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.  
Тип. В. Демакова, Новая пер., 7.  
1887.



*Памяти матери,*

*Марьи Димитріевны Менделѣевой.*

*Это изслѣдованіе посвящается памяти матери ея послѣдъшею. Она могла его взростить только своимъ трудомъ, ведя заводское дѣло; воспитывала примъромъ, исправляла любовью и, чтобы отдать наукѣ, вывезла изъ Сибири, тратя послѣднія средства и силы. Умирая завѣщала: избѣгать латынскаго самообольщенія, настаивать въ трудѣ, а не въ словахъ и терпѣливо искать божескую или научную правду, ибо понимала сколь часто диалектика обманываетъ, сколь многое еще должно узнать и какъ при помощи науки безъ насилія, любовно, но твердо устраняются предразсудки, неправда и ошибки, а достигаются: охрана добытой истины, свобода дальнѣйшаго развитія, общее благо и внутреннее благополучіе. Завѣты матери считаетъ священными*

*Д. Менделѣевъ.*

Окт. 1887.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	Стр.
ПРЕДИСЛОВІЕ. . . . .	IX.
ГЛАВА I. Понятія, положенныя въ основу изслѣдованія. . . . .	1
§ 1—3. Понятіе о растворахъ и объ измѣненіи ихъ уд. вѣса.	
§ 4—10. Изъ исторіи растворовъ: изслѣдованія Мишеля и Крафта, Кремерса; модуль растворовъ, объемно-химическія изслѣдованія, сжатіе и расширеніе; необходимость признанія химизма растворовъ.	
§ 11—15. Поправки уд. вѣса на взвѣшиваніе въ воздухѣ, на температуру воды и на температуру раствора; выраженіе и опредѣленіе состава растворовъ.	
ГЛАВА II. Растворы поваренной соли NaCl. . . . .	63
§ 16—20. Расширеніе по Кремерсу, Герлагу, Сорби, Нейману, Мариньяку, Николю и Оствальду. Выводъ.	
§ 21—26. Удѣльный вѣсъ: Кремерсъ, Бейльштейнъ, Шиффъ, Герлахъ, Мариньякъ, Томсенъ, Николь, Бендеръ, Кольраушъ и Гротрианъ, Педжъ и Кейтлей, Андрее, Оствальдъ и Розетти. Выводъ.	
§ 27—29. Параболическія и гиперболическія выраженія уд. вѣса по частичному составу <sup>1)</sup> .	
§ 30. Таблица процентнаго содержанія по удѣльному вѣсу.	
ГЛАВА III. Растворы сѣрной кислоты H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> . . . . .	113
§ 31—38. Свѣдѣнія о расширеніи растворовъ H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> .	
§ 39—51. " объ удѣльныхъ вѣсахъ "	
§ 52—61. Испытаніе логарифмической (Юрь) зависимости, наибольшее сжатіе, объемъ 100 частицъ раствора, испытаніе гиперболической зависимости и гипотезы Томсена, термохимическія данныя, наибольшее развитіе тепла и температуры при образованіи, сличеніе растворовъ H <sup>2</sup> SO <sup>4</sup> и NaCl.	
§ 62—66. Регулированіе опытныхъ данныхъ. Нахожденіе производной ds/dr. Производная эта представляетъ рядъ прямыхъ. Параболы уд. вѣса при 0°/4° <sup>2)</sup> .	
§ 67—69. Разрывы сплошности. Гипотеза растворовъ.	
§ 70. Таблица удѣльныхъ вѣсовъ.	

<sup>1)</sup> Параболическія выраженія по процентному составу въ § 66 и 116. ←

<sup>2)</sup> Для 15°/4° параболы даны въ § 142 <sup>а</sup>.

	Стр.
ГЛАВА IV. Растворы спирта $C^2H^6O$ . . . . .	248
§ 71—77. Определенія Гильяина, Гейлоссака, Дринкуотера, Фунса, Ваушкауэра, Менделѣева, Рекнагеля, Дюпре и Педжа, Сквидбъ.	
§ 78—87. Исслѣдованіе параболъ $s = C + Ap + Bp^2$ уд. вѣса и производныхъ $ds/dp$ . Степень точности въ определеніи коэффициентовъ.	
§ 88—90. Вліяніе температуры на коэффициенты параболъ. Опытъ замораживанія тригидрата. Таблица уд. вѣса.	
ГЛАВА V. Растворы щелочей . . . . .	311
§ 91—93. Амміакъ $NH^3$ .	
§ 94—97. Нелетучія щелочи: $NaHO$ , $KHO$ , $LiHO$ , $BaH^2O^2$ . Объемныя измѣненія.	
ГЛАВА VI. Растворы минеральныхъ кислотъ . . . . .	334
§ 98—102. Галогидныя кислоты $HCl$ , $HBr$ , $HI$ .	
§ 103—107. Азотная кислота $HNO^3$ и ея аналоги: $H^2PO^4$ , $H^2AsO^4$ , $HIO^3$ , $HIO^4$ .	
§ 108—109. Растворы, отвѣчающіе ангидридамъ: стронцію $SO^2$ , хромовому $CrO^3$ и вольфрамовому $WO^3$ .	
§ 110—112. Растворы газовъ: $CO^2$ , $H^2$ , $N^2$ , $CO$ , $O^2$ и воздуха.	
ГЛАВА VII. Растворы галогидныхъ солей . . . . .	384
§ 113—116. $LiCl$ , $BeCl^2$ , $NH^4Cl$ , $NaCl$ .	
§ 117—122. $MgCl^2$ , $AlCl^3$ , $KCl$ , $CaCl^2$ , $SrCl^2$ , $BaCl^2$ .	
§ 123—127. $ZnCl^2$ , $CdCl^2$ , $HgCl^2$ , $SnCl^2$ , $SuCl^4$ , $MnCl^2$ , $Fe^2Cl^6$ , $CoCl^2$ , $NiCl^2$ , $CuCl^2$ .	
§ 128. Удѣльный вѣсъ частичныхъ растворовъ хлористыхъ металловъ $+ 200H^2O$ и $+ 30H^2O$ .	
§ 129—138. Бромистые, іодистые, фтористые и синеродистые металлы, $K^4Fe(CN)^6$ , $K^2Fe(CN)^3$ .	
ГЛАВА VIII. Растворы кислородныхъ солей . . . . .	452
§ 139—156. Соли $Li$ , $Be$ , $NH^4$ , $Na$ , $Mg$ , $Al$ , $K$ , $Ca$ , $Mn$ , $Fe$ , $Co$ , $Ni$ , $Cu$ , $Zn$ , $Ag$ , $Sr$ , $Ba$ , $Cd$ , $Pb$ .	
ГЛАВА IX. Растворы органическихъ соединеній . . . . .	492
§ 157—160. Металловыя $CN^4O$ и др. одноатомные спирты.	
§ 161. Глицеринъ $C^3H^8O^3$ .	
§ 162—164. Кристаллическій сахаръ $C^{12}H^{22}O^{11}$ , глюкоза $C^6H^{12}O^6$ , камедь $C^6H^{10}O^5$ и ихъ аналоги.	
§ 165—166. Органическія кислоты, особенно уксусная $C^2H^4O^2$ и др.	
§ 167. Азотистыя соединенія, бѣлокъ.	

УКАЗАТЕЛЬ.



**Академік АН УРСР (1929). Герой Соціалістичної Праці (1943). Заслужений діяч науки УРСР (1940). Фундатор і перший керівник Інституту електрозварювання АН України. Батько академіка Бориса Патона**



**Євген Оскарович Патон (\* 20 лютого (4 березня) 1870, Ніцца — † 12 серпня 1953, Київ) — український вчений у галузі зварювальних процесів і мостобудування.**

624  
П20

Патон, Е. О. (1870-1953)

Железные мосты [Текст] /  
Е. О. Патон. - К. : Тип. Т-ва И.  
Н. Кушнеревъ и К въ Кіевль.

Т. 2 : Пролъзжая часть и  
тротуары. - 1908. - 498 с.



СОДЕРЖАНІЕ.

Вступленіе и общія соображенія, стр.

§ 1. Перерывъ и продольный профиль мостового полотна и обода (2). Мости железобетонные и подъ обшивочному дереву (4) . . . . . 2

§ 2. Полосный мостовый пролетъ (4). 3) Продольный видъ формы арочного моста надъ обшивочнымъ деревомъ (4). 5) Продольный видъ формы надъ обшивочнымъ деревомъ (5). 6) Строительный мосты (6) . . . . . 4

§ 3. Устойчивость арочныхъ мостовъ (8). Коэффициентъ устойчивости (10). Расчеты устойчивости (11). Устойчивость мостовъ отъ вѣтра на ходу (13). Мости на обшивочномъ дереве (15) . . . . . 8

§ 4. Основныя размеры арочныхъ мостовъ (15). Высота пролета отъ опорныхъ мостовъ (16). 1) Ширина железобетонныхъ мостовъ (16). Расчетные ширины при разнахлесткѣ мостовъ на кривой (17). 2) Ширина мостовъ надъ обшивочнымъ деревомъ (20). Расчеты между формами мостовъ железобетонныхъ и надъ обшивочному дереву (22) . . . . . 10

Г Глава. Обода мостовъ надъ обшивочному дереву.

§ 5. Лесной мосты (23). Верхній мосты (27). Нижній мосты (28). Цепныя мосты (29) . . . . . 27

§ 6. Лесные мосты на торцахъ мостовъ (34). Материалы (35). Укладка шпаловъ (36). Обшивка мостовъ (37). Сопротивленіе вѣтра мостовъ (38). Мости арочныя надъ обшивочнымъ деревомъ (38). Покрытие торцовыхъ ободовъ . . . . . 34

§ 7. Лесные мосты (41). Расчеты, устройство и видъ мостовъ (41). Мости на обшивочномъ дереве (42) . . . . . 41

§ 8. Шпаловые мосты (42). Высота мостовъ (42). Толщина и видъ обшивочной доски (43). Разрѣзныя расчеты мостовъ (43). Высота пролета мостовъ (44) . . . . . 42

§ 9. Дощатые мосты (45). Материалы (45). Типы дощатыхъ мостовъ (46). Прочностныя расчеты (46). Вѣсъ мостовъ (47) . . . . . 45

II Глава. Мости железобетонныхъ мостовъ.

§ 10. Расчеты и видъ арочныхъ мостовъ (47). Расчеты и видъ расчеты и арочныхъ железобетонныхъ мостовъ (48). Расчеты мостовъ на кривой (48) . . . . . 47

§ 11. Обща соображенія обь устройствѣ мостовъ на железобетонѣ, на перерывѣхъ или на продольныхъ ободахъ (50). Железобетонныя и арочныя железобетонныя мости (50). Примеры мостовъ и расчеты железобетонныхъ мостовъ и арочныхъ мостовъ (51) . . . . . 50

§ 12. Общія соображенія на случай мостовъ на железобетонѣ (52). Прочностныя расчеты железобетонныхъ мостовъ (52). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (53). Прочностныя расчеты железобетонныхъ мостовъ (53). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (54). Прочностныя расчеты железобетонныхъ мостовъ (54) . . . . . 53

§ 13. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (54). Общія соображенія (55). Расчеты мостовъ (56). Типы мостовъ (56). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (57). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (58). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (59). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (60) . . . . . 54

§ 14. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (61). Общія соображенія (61). Расчеты мостовъ (62). Типы мостовъ (62). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (63). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (64). Прочностныя расчеты железобетонныхъ мостовъ (64) . . . . . 61

§ 15. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (65). Общія соображенія (65). Расчеты мостовъ (66). Типы мостовъ (66). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (67). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (68). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (69) . . . . . 65

§ 16. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (70). Общія соображенія (70). Расчеты мостовъ (71). Типы мостовъ (71). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (72). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (73). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (74) . . . . . 70

§ 17. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (75). Общія соображенія (75). Расчеты мостовъ (76). Типы мостовъ (76). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (77). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (78). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (79) . . . . . 75

§ 18. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (80). Общія соображенія (80). Расчеты мостовъ (81). Типы мостовъ (81). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (82). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (83). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (84) . . . . . 80

§ 19. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (85). Общія соображенія (85). Расчеты мостовъ (86). Типы мостовъ (86). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (87). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (88). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (89) . . . . . 85

§ 20. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (90). Общія соображенія (90). Расчеты мостовъ (91). Типы мостовъ (91). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (92). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (93). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (94) . . . . . 90

§ 21. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (95). Общія соображенія (95). Расчеты мостовъ (96). Типы мостовъ (96). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (97). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (98). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (99) . . . . . 95

§ 22. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (100). Общія соображенія (100). Расчеты мостовъ (101). Типы мостовъ (101). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (102). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (103). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (104) . . . . . 100

§ 23. Расчеты железобетонныхъ мостовъ (105). Общія соображенія (105). Расчеты мостовъ (106). Типы мостовъ (106). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (107). Мости арочныхъ мостовъ на железобетонѣ (108). Расчеты мостовъ на железобетонѣ (109) . . . . . 105







624

П20

Патонъ, Е. О. (1870-1953)

Желъзные мосты [Текст] / Е. О.

Патонъ. - К. : Тип. Т-ва И. Н.

Кушнеревъ и К въ Кіевль, 1915 - .

Т. 1 : Фермы балочныхъ мостовъ,  
материаль и заклепки. - 3-е изд.,  
пересмотр. и доп. - 1915. - 584 с.



Е. О. ПАТОНЪ.

# ЖЕЛЪЗНЫЕ МОСТЫ

1-й ТОМЪ.



Мостъ въ Царскомъ саду въ Кіевѣ (1910).

ФЕРМЫ БАЛОЧНЫХЪ МОСТОВЪ,  
МАТЕРИАЛЬ и ЗАКЛЕПКИ.

ТРЕТЬЕ ИЗДАНИЕ  
ПЕРЕСМОТРЪНОЕ и ДОПОЛНЕННОЕ



КІЕВЪ.

Типографіа Т-ва И. Н. Кушнеревъ и К<sup>о</sup> въ Кіевѣ,  
1915

	стойки (178). II. Наибольшие усилия от временной нагрузки (179).	
	III. Предельная или расчетная усилия (179). Расчет теоретической площади сечения (180) . . . . .	178
§ 45.	Определение опасного положения поезда. А. Общий случай многоугольной инфлюэнтной линии (181). В. Треугольная инфлюэнтная линия (183). С. Инфлюэнтная линия состоит из двух подобных треугольников (184). D. Криволинейная инфлюэнтная линия (185) . . . . .	180
§ 46.	Абсолютно наибольший момент (abs max M). Теорема Винклера (187). Таблица наибольших изгибающих моментов Водзинского (190) . . . . .	186
§ 47.	Таблицы поезда . . . . .	191
§ 48.	Определение, при помощи таблиц, опасного положения поезда. I. Инфлюэнтная линия имеет вид треугольника (195). II. Инфлюэнтная линия имеет вид четырехугольника (196) . . . . .	195
§ 49.	Расчет значений $\Sigma P \cdot y$ по инфлюэнтным линиям. I случай. Одна прямая сторона (197). II случай. Треугольная инфлюэнтная линия (198). III случай. Четырехугольная инфлюэнтная линия (199). Графический способ определения $\Sigma P \cdot y$ (200) . . . . .	197
§ 50.	Непосредственный расчет по таблицам поезда, без помощи инфлюэнтной линии. 1. Расчет опорной реакции (200). 2. Расчет поперечной силы (201). 3. Расчет изгибающего момента (202) . . . . .	200
§ 51.	Практические указания для расчета по таблицам поезда. Примеры расчета усилий от вертикальной нагрузки (203) . . . . .	202
§ 52.	Расчет по двойным инфлюэнт. линиям в мостах под обывком, дорогу . . . . .	206
§ 53.	Дополнительная напряжения от жесткости узлов . . . . .	209

#### VI глава. Свойства и теория важнейших систем рѣшетки.

§ 54.	Простая раскосная система. . . . .	211
§ 55.	Обратные раскосы в фермах раскосной системы. Их недостатки (215) . . . . .	214
§ 56.	Полураскосная система . . . . .	216
§ 57.	Составная раскосная системы. Подрѣзление большой панели на две малых (222). Наиболее выгодное расположение шпренгелей при нисходящих и восходящих раскосах (222). Подрѣзление большой панели на три и четыре малых панели (225). Инфлюэнтная линия усилий (225) . . . . .	221
§ 58.	Двухраскосная система. Статически неопредѣлимая двухраскосная фермы (228). Их типы и недостатки (228). Расчет (230). Статически опредѣлимая двухраскосная фермы (233). Устройство рѣшетки в крайних панелях двухраскосных ферм (237) . . . . .	228
§ 59.	Простая треугольная рѣшетка. Сравнение объемов раскосной и треугольной рѣшетки (238). Инфлюэнтная линия усилий (239) . . . . .	237
§ 60.	Составная рѣшетчатая системы. А. Треугольная рѣшетка с дополнительными стойками (239). Дополнительные напряжения поясов (240). В. Треугольная рѣшетка с дополнительными треугольниками (243). С. Треугольная рѣшетка с косыми шпренгелями (244). D. Треугольная рѣшетка с парными шпренгелями (244) . . . . .	239
§ 61.	Двухрѣшетчатая система. Статически неопредѣлимая двухрѣшетчатая фермы (245). Их расчет (246). Статически опредѣлимая двухрѣшетчатая фермы (248). Двухрѣшетчатая ферма со среднюю стойкою (248). I случай. Нагрузка передается только главным узлом (250). II случай. Нагрузка передается, как главным, так и дополнительным узлом (254). III случай. Нагрузка действует только в дополнительных узлах (255). Ферма Энгессера (257) . . . . .	245
§ 62.	Многорѣшетчатая система. Способы прикрѣпления раскосов к опорным стойкам (258). Способы расчета (259) . . . . .	257
§ 63.	Ферма с перекрестными раскосами и стойками . . . . .	259

#### VII глава. Свойства балочно-разрѣзных ферм с криволинейными поясами.

§ 64.	Сравнение ферм с параллельными и криволинейными поясами. А. Усилия в поясах (260). В. Усилия в раскосах и стойках (261). С. Сравнение общей
-------	---

	стоимости фермы (262). D. Переищения опоры (263). E. Классификация ферм с криволинейными поясами (263) . . . . .	260
§ 65.	Параболическія фермы. Свойства прямого пояса (265). Параболическій пояс (266). Раскосы (267). Стойки (267). Инфлюэнтная линия (268) . . . . .	264
§ 66.	Фермы Паули 1. Ферма с одним криволинейным поясом (269). 2. Ферма с обоими криволинейными поясами (270). 3. Ферма с равными усилиями в обоих поясах (271) . . . . .	269
§ 67.	Ферма Шведлера. Ея свойства и недостатки (272). Расчет высоты стоек (272). Приближенный способ расчета (273) . . . . .	271
§ 68.	Параболическія фермы высоких степеней . . . . .	275
§ 69.	Полупараболическая ферма . . . . .	275
§ 70.	Круговая и эллиптическая фермы . . . . .	277
§ 71.	Трапециевидные фермы . . . . .	279
§ 72.	Треугольные фермы. Шпренгелевая и подвѣсная фермы (280). Фермы Финка и Больмана (280). Стропильная ферма (280). Теоретическія свойства треугольных ферм (280). Ферма Полонсо (281) . . . . .	279
§ 73.	Полигональные фермы. Примеры полигональных ферм (283). Инфлюэнтная линия усилий (289) . . . . .	282
§ 74.	Фермы с обоими криволинейными поясами. Рыбообразная фермы (291). Серповидная фермы (292) . . . . .	291

#### VIII глава. Основные разѣры ферм.

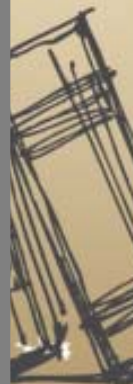
§ 75.	Длина панели . . . . .	292
§ 76.	Высота ферм. Наиболее выгодная высота ферм (293). Высота ферм с параллельными поясами (295). Высота полупараболических ферм (296). Высота параболических ферм (296). Высота полигональных ферм (296) . . . . .	293
§ 77.	Выбор системы ферм и поперечного сечения моста. I. Мосты с ъездом по низу (297). II. Мосты с ъездом по верху (299) . . . . .	296

#### IX глава. Консольные фермы.

§ 78.	Общя опредѣленія по консольным фермам . . . . .	309
§ 79.	Одноконсольная ферма на двух опорах. Инфлюэнтная линия (303) . . . . .	303
§ 80.	Одноконсольная ферма на трех опорах. I. Статически неопредѣлимый тип ферм (306). 2. Статически опредѣлимый тип (306). Инфлюэнтная линия (307). Связь между консольными фермами (308) . . . . .	306
§ 81.	Двухконсольная фермы. А) Фермы на двух опорах. Два типа ферм (309). Инфлюэнтная линия (309). В) Двухконсольная ферма на 4-х опорах (310) . . . . .	309
§ 82.	Устройство опор и шарниров. Типы шарниров (311). Распределение опор (311). Мосты на высоких желѣзных быках (312). Условные знаки (312) . . . . .	311
§ 83.	Трехпролетные мосты с шарнирами в среднем пролетѣ. Комбинация опор и шарниров (313). Примеры существующих мостов. (314). Наиболее выгодная длина консолей (320) . . . . .	313
§ 84.	Трехпролетная фермы с шарнирами в береговых пролетах . . . . .	321
§ 85.	Многопролетная фермы консольной системы Криволинейное очертание ферм . . . . .	323
§ 86.	Консольные фермы цѣлого вида . . . . .	326
§ 87.	Консольные фермы без подвѣсных частей. Фермы с шарниром в среднем пролетѣ (329). Фермы без шарнира (330) . . . . .	329
§ 88.	Мосты с консолями для перехода на берега . . . . .	330
§ 89.	Сравнение консольных ферм с разрѣзными и неразрѣзными. 1) Сборка ферм (333). 2) Толщина быков (336). 3) Распределение собственного вѣса фермы вдоль пролета (336). 4) Вѣтровая нагрузка (336). 5) Вѣсь ферм (337). 6) Сжатые вытнутые пояса (339). 7) Осадка опор (340). Прогиб ферм (340) . . . . .	333
	Литература по консольным фермам . . . . .	341
	Литература по неразрѣзным фермам . . . . .	342

#### X глава. Расчет и конструкция сплошных ферм.

§ 90.	Типы сплошных ферм. Прокатная и клепанная двутавровая балки (343) . . . . .	342
§ 91.	Высота сплошных ферм. Наиболее выгодная высота (344) . . . . .	344
§ 92.	Толщина вертикальной стѣнки . . . . .	345



	СТР.
Введение. Определение расчетного пролета ферм . . . . .	1
<b>I глава. Плань и поперечное сечение мостовъ.</b>	
§ 1. Плань мостовъ . . . . .	2
§ 2. Влияние строительной высоты на поперечное сечение мостовъ . . . . .	4
§ 3. Ширина мостовъ и высота прохода. А. Железнодорожные мосты (5). В. Мосты подь обыкновенную дорогу (7) . . . . .	5
§ 4. Типы поперечного сечения железнодорожных мостовъ, 1) Однопутные мосты съ ъздомъ по верху (9). 2) Двупутные мосты съ ъздомъ по верху (10). 3) Мосты съ ъздомъ по верху, при нѣсколькихъ путяхъ (12). 4) Однопутные мосты съ ъздомъ по низу (12). 5) Двупутные мосты съ ъздомъ по низу (13) . . . . .	8
§ 5. Типы поперечного сечения мостовъ подь обыкновенную дорогу . . . . .	14
§ 6. Типы поперечного сечения мостовъ подь обыкновенную и желѣзную дорогу вмѣстѣ 15	
<b>II глава. Матеріаль желѣзныхъ мостовъ.</b>	
§ 7. Классификація желѣза и его сплавовъ. Влияніе примѣсей (18) . . . . .	16
§ 8. Чугунъ литейный . . . . .	19
§ 9. Сварочное желѣзо . . . . .	21
§ 10. Литое желѣзо. Сравненіе литого и сварочнаго желѣза (24). Способы Бессемера и Сименса-Мартена (24). Свойства литого желѣза (27) . . . . .	24
§ 11. Сталь. Стальное литье (33). Кованная сталь (34). Прокатная сталь (35). Никкелевая сталь (35). Ванадіевая сталь (38) . . . . .	32
Постановленія Мин. Пут. Сообщ. объ изготовленіи и приемѣ матеріаловъ для мостовъ 38	
Сортаментъ желѣза для мостовъ.	
§ 12. Листовое желѣзо. Обыкновенное листовое желѣзо (39). Универсальное желѣзо (40). Полосовое желѣзо (41). Рифленое желѣзо (41). Лотковое желѣзо (41). Волнистое желѣзо (41) . . . . .	39
§ 13. Фасонное желѣзо. Угловое желѣзо (44). Свойства углового сечения (45). Тавровое желѣзо (52). Двутавровое желѣзо (53). Швеллерное желѣзо (56). Зетовое желѣзо (57). Желѣзо Зоре и Вотерена (59). Колонное желѣзо (59) . . . . .	43
§ 14. Обработка желѣзныхъ частей на заводѣ. Изготовленіе отверстій для заклепокъ (61). Обрѣзка листовъ и фасоннаго желѣза (64). Сгибаніе (65). Высадки угольковъ (66) . . . . .	61
Техническая условія на изготовленіе, поставку и сборку металлическихъ частей мостовъ 66	
<b>III глава. Заклепочныя соединенія.</b>	
§ 15. Способы клепки. Холодная клепка (70). Горячая ручная клепка (70). Горячая машинная клепка (71). Пневматическая клепка (72) . . . . .	70
§ 16. Матеріаль для заклепокъ . . . . .	73
§ 17. Размѣры заклепокъ. Диаметръ стержня (74). Длина стержня (75). Головка заклепокъ (76). Полная, полупотайная и потайная головки (76). Болты (79) . . . . .	74
§ 18. Расчетъ необходимаго числа заклепокъ. Расчетъ на треніе (79). Сопротивленіе заклепокъ срѣзыванію (80). Сопротивленіе заклепокъ смятію (80). Расчетъ по усилю (82). Расчетъ по сѣченію (83). Расчетъ коэффициента $\mu$ (83). Расчетъ заклепокъ по сѣченію для стыжыхъ частей (86). Расчетъ заклепокъ въ томъ случаѣ, когда сѣченіе составлено изъ нѣсколькихъ частей (87) . . . . .	79
§ 19. Размѣщеніе заклепокъ въ листахъ. Недостатки несимметричнаго размѣщенія (89). Рядовое и шахматное расположеніе (90). Размѣщеніе заклепокъ по треугольнику (92) . . . . .	88
§ 20. Ослабленіе растянутыхъ листовъ при шахматномъ расположеніи заклепокъ. Таблица съ указаніемъ числа заклепокъ, подлежащихъ вычету изъ листовъ (97). Ослабленіе листа при шахматномъ размѣщеніи заклепокъ въ двухъ продольныхъ рядахъ (97) . . . . .	94
§ 22. Расположеніе подь рядъ не болѣе четырехъ заклепокъ. . . . .	100

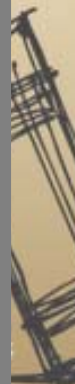
- § 21. Заклепочныя соединенія въ стыжахъ листовъ. I. Стыкъ въ нахлестку (102). 2. Стыкъ съ одною накладкою (102). 3. Стыкъ съ двумя накладками (103). 4. Непрямое перекрытіе стыка (104). 5. Ступенчатый стыкъ (104) . . . . . 101
- § 24. Размѣщеніе заклепокъ въ уголахъ. А. Положеніе продольной оси заклепокъ (107). В. Шагъ заклепокъ въ уголахъ (108). I. Заклепки имѣются только въ одной полкѣ (108). II. Заклепки имѣются въ обѣихъ полкахъ (110). Таблица съ указаніемъ числа заклепокъ, подлежащихъ вычету изъ угольковъ при разныхъ схемахъ расположенія заклепокъ (110) . . . . . 107
- § 25. Заклепки въ стыжахъ угольковъ . . . . . 111

#### IV глава. Классификація фермъ.

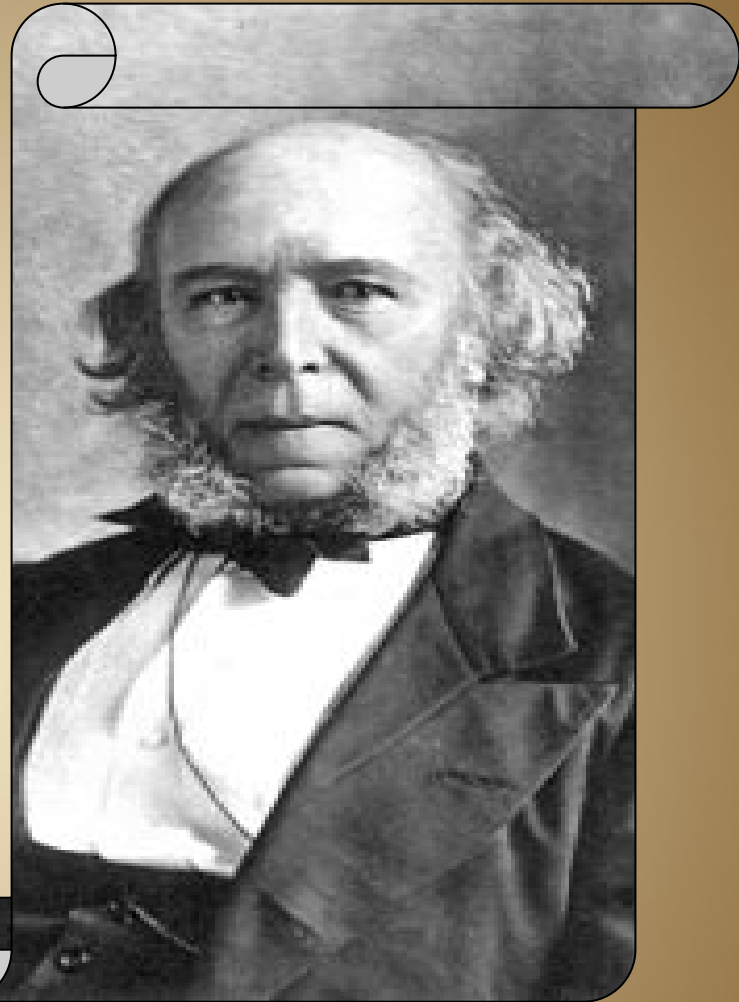
- § 26. Классификація фермъ по направленію опорныхъ реакцій. Балочная, арочная, висячая фермы и разныя комбинаціи . . . . . 113
- § 27. Классификація фермъ по числу неизвѣстныхъ опорныхъ реакцій. I. Опоры съ одною неизвѣстною (115). II. Опоры съ двумя неизвѣстными (115). III. Опоры съ тремя неизвѣстными (116). Число неизвѣстныхъ опорныхъ реакцій, въ зависимости отъ числа опоръ (117). а) Плоскія фермы (117). б) Пространственные системы (118) . . . . . 115
- § 28. Классификація фермъ по очертанію поясовъ . . . . . 120
- § 29. Классификація фермъ по устройству стѣнъ. Сравненіе висячихъ въ фермалъ со сплошной и со сквозною стѣною (122) . . . . . 121
- § 30. Основная классификація системъ рѣшетки. Раскосныя и рѣшетчатыя системы (123). Простыя, составныя и сложныя системы (123) . . . . . 123
- § 31. Статически опредѣлимая и неопредѣлимая рѣшетки. Признаки статической опредѣлимости (126). Опредѣленіе неизвѣстности простыхъ и сложныхъ фермъ (127). Способъ замѣны стержней (Хеннеберга) (128). Признаки неизвѣстности фермы (131). Многопролетныя статически опредѣлимая фермы (134). Статически неопредѣлимая фермы (135) . . . . . 125
- § 32. Вліяніе температуры на статически опредѣлимая и неопредѣлимая фермы . . . . . 137

#### V глава. Основы расчета простѣйшихъ сквозныхъ балочно-разрѣзныхъ фермъ.

- § 33. Общія основанія расчета. Усилія и напряженія (138). Прямая и узловыя нагрузки (138) . . . . . 138
- § 34. Способъ расчета по инфлюэнтнымъ линіямъ и ихъ основныя свойства. Дѣйствіе сосредоточенной и сплошной нагрузки (139). Инфлюэнтная линія при узловомъ дѣйствіи нагрузки (140). Инфлюэнтная линія при неразрѣзныхъ продольныхъ балкахъ (141). Приведеніе инфлюэнтной линіи къ горизонтальному основанію (142) . . . . . 138
- § 35. Инфлюэнтная линія опорной реакціи балочно-разрѣзной фермы . . . . . 143
- § 36. Инфлюэнтная линія поперечной силы для балочно-разрѣзной фермы . . . . . 145
- § 37. Инфлюэнтная линія изгибающаго момента для балочно-разрѣзной фермы . . . . . 145
- § 38. Инфлюэнтная линія унцій въ поясахъ балочно-разрѣзной фермы. Опредѣленіе знака (149). Вліяніе приложенія нагрузки въ верхнихъ или нижнихъ узлахъ (150). Частные случаи (150) . . . . . 147
- § 39. Инфлюэнтная линія для раскосовъ и стоекъ фермъ съ параллельными поясами. А. Фермы раскосной системы (152). В. Фермы съ простою треугольною рѣшеткою (154) . . . . . 162
- § 40. Инфлюэнтная линія для раскосовъ и стоекъ фермъ съ криволинейными поясами. I типъ. Фермы, высота которыхъ увеличивается въ серединѣ пролета (156). Опредѣленіе нулевыхъ точекъ (160). II типъ. Фермы, высота которыхъ уменьшается къ серединѣ пролета (162). III типъ. Треугольныя фермы (163). Вліяніе очертанія поясовъ на знакъ усилю въ раскосахъ (164) . . . . . 156
- § 41. Построеніе инфлюэнтныхъ линій для фермъ съ составною рѣшеткою . . . . . 164
- § 42. Графическое построеніе инфл. линіи при помощи діаграммы Эрмита . . . . . 166
- § 43. Расчетныя нагрузки. Постоянная нагрузка (168). Временная вертикальная нагрузка для мостовъ подь обыкновенную дорогу (170). Временная нагрузка русскихъ железнодорожныхъ мостовъ (173). Эквивалентныя нагрузки (175) . . . . . 168
- § 44. Категорія усилю, необходимыхъ для проектированія фермъ. I. Усилю отъ па-



**Англійський філософ і соціолог вікторіанської епохи британського індустріалізму, один з родоначальників еволюціонізму, ідеї якого користувалися великою популярністю в кінці XIX століття, засновник органічної школи в соціології, ідеолог лібералізму, адепт захисту природних прав людини, критик утилітаризму. Остаточно затвердив в науковому обігу термін «соціологія». У 1883 році Спенсер був обраний членом філософської секції Французької академії моральних і політичних наук. Був номінований на Нобелівську премію з літератури в 1902 році, однак, відмовився її отримати.**



**Герберт Спенсер (англ. Herbert Spencer, 27 квітня 1820 — 8 грудня 1903)**

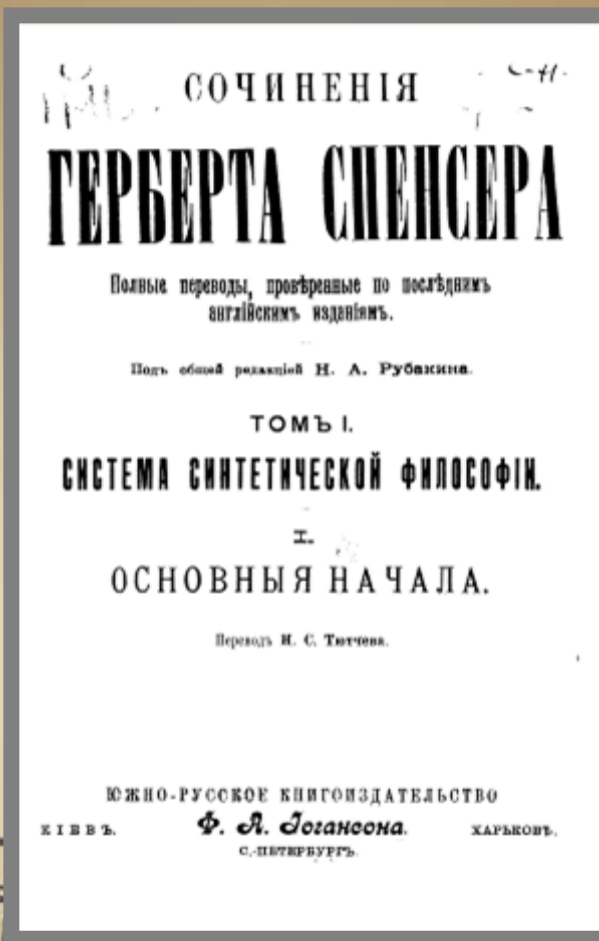
1

C71

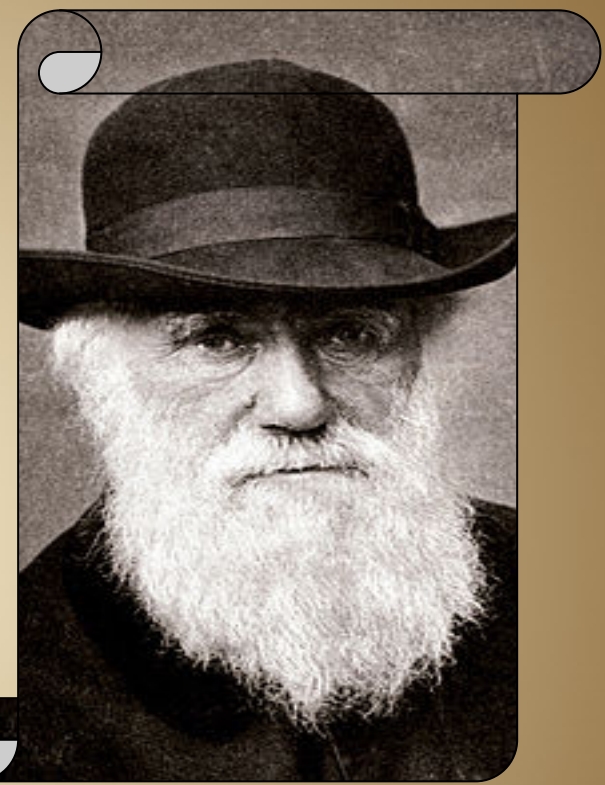
Спенсеръ,  
Герьертъ.(1820-1903)

Система синтетической  
философiи [Текст] : полные  
пер., провлъренные по  
послъднимъ англ. изд. / Г.  
Спенсеръ. - Х.

Т. 1 : Основныя начала ;  
Т. 2 : Основанiя биологiи /  
под ред. Н. А. Рубакина. -  
[1898]. - II, IV, 1173 с. -



**Англійський науковець, що створив теорію еволюції і запропонував разом з Альфредом Расселом Воллесом принципи природного добору. Після досліджень у Південній Америці і на Галапагоських островах, де він був під час кругосвітньої подорожі на кораблі «Бігель» 1831–1836, Дарвін опублікував книгу «Походження видів шляхом природного добору», в якій пояснював еволюційний процес принципами природного й статевого добору. Його теорія викликала жорстокі суперечки, оскільки суперечила Книзі Буття Біблії .**



**Чарлз (Чарльз) Роберт Дарвін (англ. Charles Robert Darwin; \* 12 лютого 1809 — † 19 квітня 1882)**

57

Д20

Дарвин, Чарлз.(1809-1882)

Сочинения [Текст] / Ч.

Дарвин ; под общ. ред.: Л. С. Берга, Н. И. Вавилова, П. И. Валескална и др. - М., Л., [1935]

Т. 2 : Зоологические работы. Дождевые черви. Геологические работы / отв. ред. С. Л. Соболев. - 1936. - 682 с. : вкл. л., портр., ил.

# ЧАРЛЗ ДАРВИН



## СОЧИНЕНИЯ



ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ

Л.С.БЕРГА, Н.И.ВАВИЛОВА, П.И.ВАЛЕСКАЛНА,  
Д.Л.ВЕЙСА, А.П.ИЛЬИНСКОГО, В.М.КАГАНОВА,  
В.Л.КОМАРОВА, М.Л.ЛЕВИНА, А.Д.НЕКРАСОВА,  
С.Л.СОВОЛЯ, Н.Е.ХОЛОДНОГО.

Н.С. ШАТСКОГО

Т О М

2

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
БИОЛОГИЧЕСКОЙ И МЕДИЦИНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
Москва - 1936 - Ленинград







## ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакция . . . . . 5

### ЗООЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

*Под редакцией Л. С. Берга*

Л. С. Берг. Чарльз Дарвин как зоолог . . . . . 9

### УСОНОГИЕ РАКИ

*Перевод Н. И. Тарасова*

Н. И. Тарасов. «Усоногие раки» Дарвина . . . . . 39

Н. С. Шатский. Монография об ископаемых усоногих . . . . . 43

Ч. Дарвин. О названиях разных частей у усоногих . . . . . 47

— 1. *Lepas anatifera* . . . . . 52

— Заключение о соотношениях самцов и дополнительных самцов у *Ibla* и *Scalpellum* . . . . . 56

— Класс—Crustacea. Подкласс—Cirripedia . . . . . 65

— О половых взаимоотношениях у усоногих . . . . . 82

— О так называемом «слуховом мешке» усоногих . . . . . 88

— О самцах и дополнительных самцах у некоторых усоногих и о рудиментарных структурах . . . . . 90

### СТРОЕНИЕ И РАЗМНОЖЕНИЕ САГИТТЫ

В. А. Догель. Сведения о Chaetognatha, именьясья по работы Ч. Дарвина, и внесенные им дополнения в познание этой группы. . . . . 97

Ч. Дарвин. Наблюдения над строением и размножением рода *Sagitta*.  
Перевод В. А. Догеля . . . . . 98

### ДОЖДЕВЫЕ ЧЕРВИ

*Под редакцией В. В. Станчинского*

В. В. Станчинский. «Дождевые черви» Ч. Дарвина . . . . . 105

Ч. Дарвин. Образование растительного слоя земли деятельностью дождевых червей и наблюдения над их образом жизни. Перевод М. А. Мензбира . . . . . 113

Содержание . . . . . 115

Введение . . . . . 117

Главы:

I. Образ жизни червей . . . . . 120

II. Образ жизни червей (продолжение) . . . . . 138

III. Количество мелкой земли, выбрасываемой червями на поверхность . . . . . 166

IV. Роль дождевых червей в погребении древних построек . . . . . 185

V. Участие червей в денудации земной коры . . . . .	205
VI. Денудация земной коры (продолжение) . . . . .	217
VII. Заключение . . . . .	235

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Под редакцией Н. С. Шатского

Н. С. Шатский. Дарвин как геолог . . . . .	241
--	-----

## КОРАЛЛОВЫЕ РИФЫ

Л. Ш. Давиташвили. Историческая роль теории образования коралловых рифов Дарвина и ее значение для науки наших дней . . . . .	277
Ч. Дарвин. Строение и распределение коралловых рифов. Перевод со 2-го издания Л. Ш. Давиташвили и Н. М. Каленч . . . . .	285
Предисловие ко второму изданию . . . . .	287
Предисловие к первому изданию . . . . .	289
Содержание . . . . .	291
Введение . . . . .	293
Главы:	
I. Атоллы, или лагунные острова . . . . .	296
II. Барьерные рифы . . . . .	321
III. Окаймляющие, или береговые, рифы . . . . .	328
IV. О росте коралловых рифов . . . . .	333
V. Теория образования различных классов коралловых рифов . . . . .	354
VI. О распределении коралловых рифов в связи с теорией их образования . . . . .	375
Приложение, содержащее подробное описание рифов и островов, показанных на цветной карте . . . . .	397
Объяснение таблиц . . . . .	446

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ

Н. С. Шатский. «Геологические наблюдения» Ч. Дарвина . . . . .	451
Ч. Дарвин. Геологические наблюдения над вулканическими островами и частями Южной Америки, посещенными во время путешествия корабля е. в. «Бигль». Перевод со 2-го издания В. Г. Епифановой . . . . .	463
Предисловие ко второму изданию . . . . .	465
Содержание . . . . .	467
Главы:	
III. Остров Вознесения . . . . .	469
VI. Трахити базальт.—Распределение вулканических островов . . . . .	496
VIII. О поднятии восточного берега Южной Америки . . . . .	505
IX. О поднятии западного берега Южной Америки . . . . .	531

## СТАТЬИ О ЛЕДНИКОВЫХ ЯВЛЕНИЯХ

Ч. Дарвин. Заметка о валуне, который видели на айсберге под 61° южной широты. Перевод С. Л. Соболя . . . . .	565
Ч. Дарвин. О распространении эрратических валунов и о современных несложных отложениях в Южной Америке. Перевод А. С. Брашниковой . . . . .	567
Ч. Дарвин. О переносе эрратических валунов с более низкого на более высокий уровень. Перевод А. С. Брашниковой . . . . .	583
Ч. Дарвин. О некоторых явлениях, связанных с древними ледниками Керрарвоншира, и о валунах, переносимых пловучим льдом. Перевод В. Г. Епифановой . . . . .	593

Ч. Дарвин. О способности айсбергов производить прямолинейные, одинаково направленные борозды поперек подводной волнообразной поверхности. Перевод А. С. Брашниковой . . . . .	602
---	-----

## О ПЫЛИ, ПАДАЮЩЕЙ НА СУДА

Ч. Дарвин. Сообщение о пыли, которая часто падает на суда в Атлантическом океане. Перевод А. С. Брашниковой . . . . .	605
---	-----

## ГЕОЛОГИЯ

Ч. Дарвин. Геология. Перевод Д. Л. Вейса . . . . .	613
--	-----

## ПРИМЕЧАНИЯ

Н. И. Тарасов. Примечания к «Усоногим ракам» . . . . .	641
В. А. Догель. Примечания к «Строению и размножению сагитты» . . . . .	658
В. В. Станчинский. Примечания к «Дондевым червям» . . . . .	659
Л. Ш. Давиташвили и Н. С. Шатский. Примечания к «Строению и распределению коралловых рифов» . . . . .	663
Н. С. Шатский. Примечания к «Геологическим наблюдениям» . . . . .	667
Н. С. Шатский. Примечания к мелким статьям по геологии:	
«Заметка о валуне на айсберге» . . . . .	673
«Эрратические валуны в Южной Америке» . . . . .	674
«Перенос эрратических валунов» . . . . .	675
«Ледники Керрарвоншира» . . . . .	675
«Борозды, производимые айсбергами» . . . . .	675
«Сообщение с пыли» . . . . .	676
«Геология» . . . . .	676
Перечень иллюстраций . . . . .	677

57

Д20

### Дарвин, Чарлз (1809-1882)

Полное собрание сочинений Чарлза Дарвина [Текст] / Ч. Дарвин ; под ред. М. А. Мензбира. - М. ; Л. : ГОСИЗДАТ, 1925 - .

Т. 1 : Автобиография Ч. Дарвина. Путешествие вокруг света на корабле "Бигль". - М. ; Л. : ГОСИЗДАТ, 1925. - 428 с. : вкл. л., портр., ил. - 4.50 р.

С прил. ст. К. А. Тимирязева "Значение переворота, произведённого в современном естествознании Дарвином"

57

Д20

### Дарвин, Чарлз (1809-1882)

Полное собрание сочинений Чарлза Дарвина [Текст] / Ч. Дарвин ; под ред. М. А. Мензбира. - М. ; Л. : ГОСИЗДАТ, 1925 - .

Т. 1, кн. 2 : Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение избранных пород в борьбе за жизнь. - 1926. - 466 с. : вкл. л., табл.

С прил. ст. проф. М. А. Мензбира "Первые 65 лет в истории теории подбора"



57

Д20

**Дарвин, Чарлз(1809-1882)**

Полное собрание сочинений Чарлза Дарвина [Текст] / Ч. Дарвин ; под ред. М. А. проф. Мензбира. - М. ; Л. : ГОСИЗДАТ, 1925 - .

Т. 4, кн. 2 : Насекомоядные растения. Образование растительного слоя деятельностью дождевых червей и наблюдения над образом жизни последних. . - М., Л., 1929. - 476 с. : ил., табл. - 5.00 р.

С прил. ст. проф. М. А. Мензбира "Теория наследственности"

57

Т41

**Тимирязев, К.**

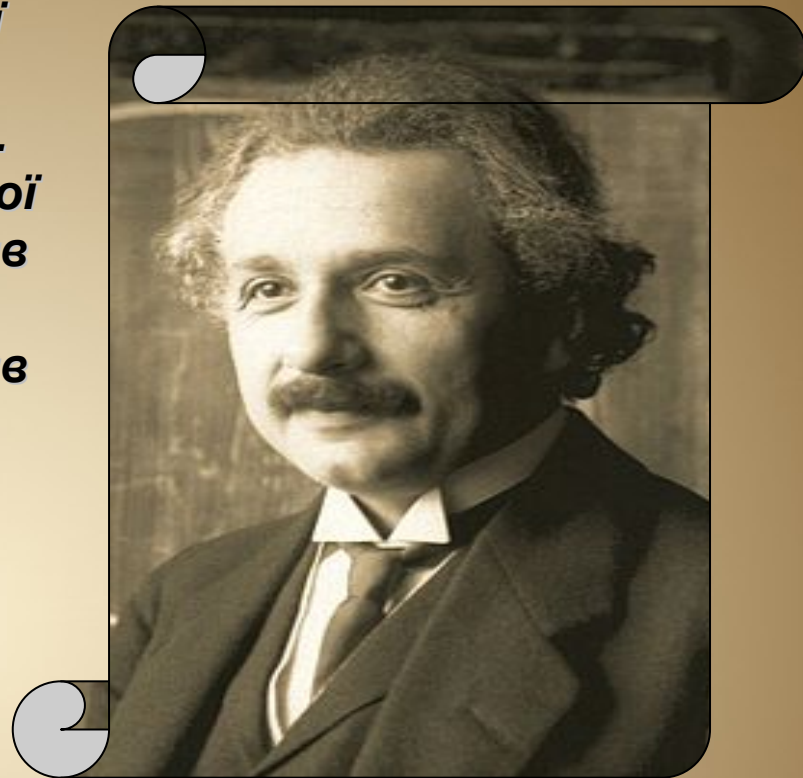
Чарлз Дарвин и его учение [Текст] / К. Тимирязев. - М. : ОГИЗ ГАИЗ.

Чарльз Дарвин и его учение / К. А. Тимирязев ; под ред. С. А. Новикова. - 12-е изд. - М. : ОГИЗ ГАИЗ, 1935. - 200 с. : вкл. л., портр., генеалогич. табл.



**Один з найвизначніших фізиків ХХ століття. Лауреат Нобелівської премії 1921 року. Створив спеціальну (1905) і загальну (1907–1916) теорії відносності. Автор основоположних праць з квантової теорії: ввів поняття фотона, встановив закони фотоефекту, основний закон фотохімії (закон Ейнштейна), передбачив (1916) вимушене випромінювання.**

**Розвинув статистичну теорію броунівського руху, заклавши основи теорії флуктуацій, створив квантову статистику Бозе—Ейнштейна. З 1933 року р. працював над проблемами космології і єдиної теорії поля.**



**Альбeрт Ейнштeйн або Айнштайн (Albert Einstein) — (\* 1879, Ульм, Німеччина — † 1955, Принстон, США)**



53

Э33

**Эйнштейн, Альберт. (1879-1955)**

Броуновское движение [Текст] :  
сб. статей / А. Эйнштейн, М.  
Смолуховский ; пер. с нем. К. И.  
Федченко ; под ред. Б. И. Давыдова. - Л.  
: ОНТИ, 1930. - 607 с. -

# БРАУНОВСКОЕ ДВИЖЕНИЕ

А. ЭЙНШТЕЙН  
М. СМОЛУХОВСКИЙ

ОНТИ — ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ  
ОБЩЕТЕХНИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ





## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие редактора . . . . .	5
<b>А. Эйнштейн.</b> О движении взвешенных в покоящейся жидкости частиц, требуемом молекулярно-кинетической теорией теплоты . . . . .	13
§ 1. О приписываемом взвешенным частицам осмотическом давлении . . . . .	14
§ 2. Осмотическое давление с точки зрения молекулярно-кинетической теории теплоты . . . . .	16
§ 3. Теория диффузии малых взвешенных шаров . . . . .	19
§ 4. О беспорядочном движении взвешенных в жидкости частиц и отношении его к диффузии . . . . .	22
§ 5. Формула для среднего смещения взвешенных частиц. Новый метод определения истинной величины атомов . . . . .	26
<b>А. Эйнштейн.</b> К теории броуновского движения . . . . .	28
<b>Введение</b>	
§ 1. О случае термодинамического равновесия . . . . .	29
§ 2. Примеры применения полученного в § 1 уравнения . . . . .	32
§ 3. О вызываемых тепловым движением изменениях параметра $\alpha$ . . . . .	35
§ 4. Применение выведенного уравнения к броуновскому движению . . . . .	38
§ 5. О границах применимости формулы для $\sqrt{\Delta^2}$ . . . . .	40
<b>А. Эйнштейн.</b> Новое определение размеров молекул . . . . .	43
§ 1. О влиянии взвешенного в жидкости очень малого шара на ее движение . . . . .	44

	Стр.
§ 2. Вычисление коэффициента трения жидкости, в которой взвешено очень много неправильно распределенных малых шаров . . . . .	54
§ 3. Об объеме растворенного вещества с большим по сравнению с растворителем молекулярным объемом . . . . .	59
§ 4. О диффузии недиссоциированного вещества в жидком растворе . . . . .	61
§ 5. Определение размеров молекул при помощи полученных соотношений . . . . .	63
Добавление . . . . .	65
<i>А. Эйнштейн.</i> Теоретические замечания о броуновском движении . . . . .	66
<i>А. Эйнштейн.</i> Элементарная теория броуновского движения . . . . .	70
§ 1. Диффузия и осмотическое давление . . . . .	71
§ 2. Диффузия и беспорядочное движение молекул . . . . .	76
§ 3. Движение отдельных молекул. Броуновское движение . . . . .	80
Альберт Эйнштейн (биография) . . . . .	85
Примечания Р. Фюрта к статьям А. Эйнштейна . . . . .	87
<i>М. Смолуховский.</i> Средний путь газовых молекул и его связь с теорией диффузии . . . . .	117
<i>М. Смолуховский.</i> К кинетической теории броуновского молекулярного движения и суспензий . . . . .	133
<i>М. Смолуховский.</i> Доступные наблюдению молекулярные явления, противоречащие обычной термодинамике . . . . .	166
<i>М. Смолуховский.</i> Границы применимости второго начала теории теплоты . . . . .	199
<i>М. Смолуховский.</i> Несколько примеров броуновского молекулярного движения под действием внешних сил . . . . .	205
<i>М. Смолуховский.</i> Молекулярная статистика эмульсий и ее связь с броуновским движением . . . . .	226

	Стр.
I. Введение . . . . .	229
II. Флюктуации числа частиц . . . . .	232
III. Теория изменений во времени . . . . .	247
IV. Экспериментальная проверка теории . . . . .	253
V. Теоретические дополнения . . . . .	255
Заключение . . . . .	255
<i>М. Смолуховский.</i> „О среднем максимальном отклонении“ при броуновском движении и опытах Бриллюэна . . . . .	256
<i>М. Смолуховский.</i> Молекулярно-теоретические исследования по вопросу об обращении термодинамически необратимых процессов и о возврате аномальных состояний . . . . .	273
I. Обратимость последовательности во времени . . . . .	274
II. Времена возврата и ожидания молекулярных состояний . . . . .	277
А. Дискретные наблюдения . . . . .	—
В. Непрерывное наблюдение . . . . .	287
III. Пояснение путем аналогии с другими процессами . . . . .	297
IV. Критерии необратимости молекулярных процессов . . . . .	303
<i>М. Смолуховский.</i> Замечание о расчете броуновского молекулярного движения в опытах Эренхафта-Милликана . . . . .	308
<i>М. Смолуховский.</i> Броуновское молекулярное движение под действием внешних сил и его связь с обобщенным уравнением диффузии . . . . .	319
<i>М. Смолуховский.</i> Три доклада о диффузии, броуновском молекулярном движении и коагуляции коллоидных частиц . . . . .	332
I. Диффузия в неограниченном пространстве . . . . .	—
1. Введение . . . . .	—
2. Броуновское молекулярное движение . . . . .	333
3. Диффузия . . . . .	339
4. Флюктуации концентрации, их величина в слабых растворах . . . . .	341



5. Скорость изменения флуктуаций конденсации . . . . .	346
6. Обратимость диффузии, дискретные наблюдения . . . . .	355
7. Обращение диффузии при непрерывном наблюдении . . . . .	359
8. Обобщения . . . . .	364
II. Влияние твердых стенок и внешних или внутренних сил на диффузию . . . . .	366
1. Медленность диффузии в коллоидах . . . . .	—
2. Опыты с адсорбирующими стенками; расчет на основании брауновского движения . . . . .	367
3. Расчет при помощи теории диффузии . . . . .	374
4. Отражающая стенка . . . . .	377
5. Видоизменение брауновского движения внешними силами, в частности силой тяжести . . . . .	379
6. Переход к осадочному распределению, противоречие с обычным понятием энтропии . . . . .	383
7. Возможности экспериментального применения . . . . .	390
8. Влияние внутренних сил в концентрированных растворах . . . . .	392
III. Теория коагуляции . . . . .	396
1. Общие основания теории . . . . .	397
2. Вычисление действия адсорбционного ядра . . . . .	399
3. Более полное вычисление коагуляции . . . . .	401
4. Сравнение с опытами Р. Жигмонди . . . . .	405
5. Сравнение с химической кинетикой . . . . .	409
6. Обобщение на медленную коагуляцию, законы подобия . . . . .	411
7. Теория опытов Пэна . . . . .	414
Мариан Смолуховский (биография) . . . . .	417
Примечания Р. Фюрта к статьям М. Смолуховского . . . . .	419
Примечания Б. И. Давыдова . . . . .	477

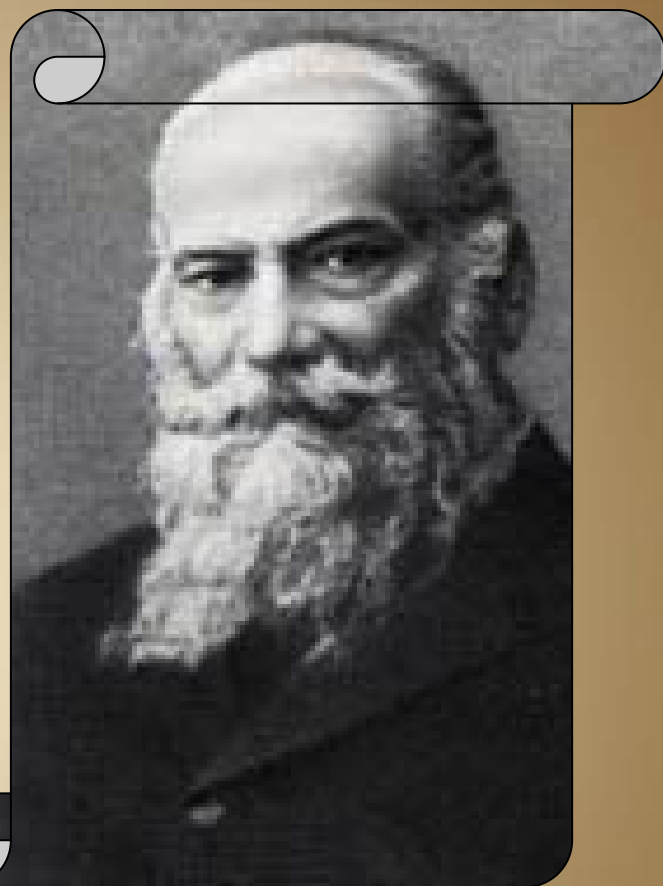
### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Ю. А. Кружков. Исследования по теории брауновского движения . . . . .	491
О двух основных формулах брауновского движения . . . . .	492

Брауновское движение вибратора . . . . .	498
1. Основное интегральное уравнение . . . . .	500
2. Решение уравнения (10) . . . . .	503
3. Решение уравнения (10) (Продолжение) . . . . .	506
4. Предельный случай $t \rightarrow \infty$ . . . . .	510
5. Выражение $f(v, x, t)$ через начальное $f(v, x, 0)$ . . . . .	513
6. Распределение скоростей и координат . . . . .	518
7. Случай Смолуховского . . . . .	519
8. Свободная частица . . . . .	520
9. Постоянная сила . . . . .	522
10. Систематическая сила — произвольная функция времени . . . . .	523
11. Средние . . . . .	526
12. О некоторых дифференциальных уравнениях для $f_1$ и $f_2$ в случае $G(w, y) = \delta(w - y_0)\delta(y - x_0)$ . . . . .	528
Дополнение I . . . . .	531
Дополнение II . . . . .	532
Замечание о боковой качке корабля на волнении . . . . .	533
О линейных задачах теории брауновского движения . . . . .	537
Об одном частном случае брауновского вращательного движения . . . . .	547
Брауновское вращательное движение частицы с осью симметрии . . . . .	553
Б. И. Давыдов. Брауновское движение как предел точности физических изменений . . . . .	558
1. Введение . . . . .	—
2. Величина флуктуаций . . . . .	561
3. Форма флуктуаций . . . . .	565
4. Простейшие механические приборы . . . . .	573
5. Упругая струна . . . . .	577
6. Электромагнитные флюктуации . . . . .	582
7. Электрические приборы . . . . .	588
8. Статистические наблюдения . . . . .	591
Литература по теории брауновского движения . . . . .	600



**Видатний науковець, творець  
аеродинаміки як науки,  
основоположник сучасної гідро- і  
аеромеханіки, член-кореспондент  
Петербурзької АН з 1894 року.**



**Мико́ла Єго́рович  
Жуко́вський (\*5 (17) січня  
1847, с. Орехово (нині  
Владимирської області)  
— †17 березня 1921,  
Москва)**



531

Ж86

Жуковский, Н. Е. (1847-1921)

Аналитическая механика

[Текст] : руководство / Н. Е. Жуковский. - М. ; Л. : ГОСИЗДАТ, 1925. - 270 с. - (Нормальные руководства для высшей школы).

НОРМАЛЬНЫЕ РУКОВОДСТВА  
ДЛЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ

Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

# АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

*Научно-Технической Комиссией Государственного  
Ученого Совета рекомендовано в качестве  
руководства для ВУЗов и ВТУЗов*

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКВА — ЛЕНИНГРАД  
1925



## СТАТИКА СИСТЕМЫ

§ 40. О механической системе . . . . .	133
§ 41. Теорема Лагранжа. Метод возможных перемещений . . . . .	140
§ 42. О равновесии неизменяемой системы . . . . .	155
§ 43. Равновесие гибкой нити . . . . .	159
§ 44. Задача о цепной линии . . . . .	166

## ДИНАМИКА СИСТЕМЫ

§ 45. Принцип д'Аламбера . . . . .	171
§ 46. О движении центра тяжести . . . . .	177
§ 47. Теорема площадей для системы . . . . .	185
§ 48. Теорема живых сил для системы . . . . .	193
§ 49. О моменте инерции . . . . .	197
§ 50. Вращение твердого тела около неподвижной оси . . . . .	204
§ 51. Физический маятник . . . . .	205
§ 52. О принужденных колебаниях . . . . .	209
§ 53. О свободной оси вращения . . . . .	214
§ 54. Движение твердого тела параллельно плоскости . . . . .	217
§ 55. Задачи к динамике системы . . . . .	223

## УДАРЕ

§ 56. Понятие об ударной силе . . . . .	227
§ 57. Действие ударной силы на материальную точку . . . . .	228
§ 58. Действие удара на механическую систему. Изменение движения центра тяжести . . . . .	231
§ 59. Изменение главного момента количества движения . . . . .	232
§ 60. Действие удара на твердое тело, могущее вращаться около неподвижной оси . . . . .	233
§ 61. Об ударе шаров. Прямой удар . . . . .	236
§ 62. Косой удар шаров . . . . .	240
§ 63. Об изменении живой силы при ударе шаров . . . . .	240
§ 64. Об изменении живой силы при ударе неупругих систем . . . . .	242
§ 65. Удар шаров несовершенно упругих . . . . .	244
§ 66. Удар упругого шара о преграждающую поверхность. Новое значение коэффициента восстановления . . . . .	245

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ЛАГРАНЖА К ЗАДАЧАМ НА УПРУГИЕ СИСТЕМЫ

§ 67. Работа, производимая силами, деформирующими упругие тела . . . . .	247
§ 68. Теорема Кастильяно . . . . .	256
§ 69. Теорема о наименьшей произведенной работе . . . . .	264
§ 70. Теорема Мора . . . . .	267
§ 71. Теорема Максвелла . . . . .	269



## О Г Л А В Л Е Н И Е

### КИНЕМАТИКА

#### КИНЕМАТИКА ТОЧКИ

§ 1. Выражение скорости в Декартовых координатах . . . . .	1
§ 2. Выражение скорости в полярных координатах . . . . .	2
§ 3. Выражение полного ускорения в Декартовых координатах . . . . .	7
§ 4. Проекция полного ускорения на касательную и главную нормаль . . . . .	8
§ 5. Девация . . . . .	11

#### КИНЕМАТИКА СИСТЕМЫ

§ 6. Формулы Эйлера . . . . .	14
§ 7. Формулы скорости точек свободного твердого тела . . . . .	16
§ 8. Теорема Корнолиса . . . . .	—
§ 9. Аналитическое выражение проекций поворотного ускорения . . . . .	20
§ 10. Правило для построения поворотного ускорения . . . . .	21

### ДИНАМИКА

#### ДИНАМИКА ТОЧКИ

§ 11. Дифференциальные уравнения . . . . .	23
§ 12. Определение уравнений прямолинейного движения, производимого силой, закон изменения которой известен . . . . .	27
§ 13. Падение тела с большой высоты . . . . .	33
§ 14. Падение тела в сопротивляющейся среде . . . . .	39

## О г л а в л е н и е

§ 15. Движение тела, брошенного по вертикальному направлению снизу вверх . . . . .	45
§ 16. Криволинейное движение . . . . .	50
§ 17. Теорема живых сил . . . . .	51
§ 18. Консервативность сил природы . . . . .	54
§ 19. Поверхность уровня . . . . .	57
§ 20. Теорема площадей . . . . .	69
§ 21. Теорема площадей для центральной силы . . . . .	72
§ 22. Обратная теорема площадей для центральной силы . . . . .	75
§ 23. Формулы Бине . . . . .	76

#### ДВИЖЕНИЕ ПЛАНЕТ

§ 24. Вывод закона Ньютона из законов Кеплера . . . . .	80
§ 25. Вывод законов Кеплера из закона Ньютона . . . . .	83
§ 26. Определение связи между положением планеты и временем . . . . .	87
§ 27. Движение тела, брошенного под углом к горизонту . . . . .	92
§ 28. Отыскание огибающей всех параболических траекторий при постоянном $w$ . . . . .	94
§ 29. Движение артиллерийского снаряда, пущенного под углом к горизонту . . . . .	97

#### РАВНОВЕСИЕ НЕСВОБОДНОЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

§ 30. Равновесие материальной точки на поверхности $\rho$ . . . . .	103
§ 31. Равновесие точки на линии . . . . .	105

#### ДВИЖЕНИЕ НЕСВОБОДНОЙ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

§ 32. Движение материальной точки по поверхности . . . . .	106
§ 33. Движение точки по линии . . . . .	107
§ 34. Теорема живых сил для несвободной материальной точки . . . . .	108
§ 35. Определение силы давления материальной точки на поверхность, по которой она движется . . . . .	110
§ 36. Математический маятник . . . . .	113
§ 37. Изохронный маятник . . . . .	120

#### УНИКУСНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

§ 38. Динамическая теорема Корнолиса . . . . .	122
§ 39. Задача Фуко о движении маятника . . . . .	126



531

Ж86

**Жуковский, Н. Е. (1847-1921)**

Кинематика, статика, динамика точки  
(Университетский курс) [Текст] : редкая  
книга / Н. Жуковский ; под ред. А.  
Котельникова. - М. ; Л. :  
ГОСИЗОБОРОПРОМ., 1939. - 403 с.

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
им. проф. Н. Е. ЖУКОВСКОГО

Проф. Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

# КИНЕМАТИКА, СТАТИКА ДИНАМИКА ТОЧКИ

(УНИВЕРСИТЕТСКИЙ КУРС)

*Под редакцией заслуженного деятеля науки  
проф. А. П. Котельникова*

НКАП СССР  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
Москва 1939 Ленинград



## ОТ РЕДАКЦИИ

Лекции, которые читал Н. Е. Жуковский в Московском университете с 1886 по 1919 г., никогда не были напечатаны и теперь появляются в печатном виде впервые. Существовало много литографированных изданий, которые с небольшими и несущественными изменениями повторяли одно другое. В распоряжении редакции настоящего издания было два таких литографированных издания кинематики, статики, динамики точки, из которых одно относилось к 1887—88 гг., а другое, изданное студентом Родзевичем, к 1914 г. Сравнение этих литографированных изданий показало, что они отличаются одно от другого лишь перестановкой некоторых параграфов и глав и что основное содержание лекций Н. Е. Жуковского оставалось почти без изменения и только видоизменялось и пополнялось выбором примеров.

Настоящее печатное издание воспроизводит почти без изменений издание Родзевича 1914 г., в которое добавлены некоторые задачи из издания 1887 г. и внесены небольшие редакционные поправки.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакции . . . . .	Стр. 5
Введение . . . . .	9

## КИНЕМАТИКА

### Глава I

#### Движение точки, его скорость и ускорение

§ 1. Закон движения . . . . .	13
§ 2. Равномерное движение . . . . .	18
§ 3. Переменное движение и его скорость . . . . .	19
§ 4. Проекция скорости на какую-нибудь ось . . . . .	21
§ 5. Выражение величины и направления скорости в полярных координатах . . . . .	25
§ 6. Прямолинейное переменное движение . . . . .	29
§ 7. Полное ускорение . . . . .	31
§ 8. Годограф скорости . . . . .	37
§ 9. Девяния . . . . .	46

### Глава II

#### Сложение движений точки

§ 1. Сложение скоростей . . . . .	49
§ 2. Аналитическое определение величины и направления сложной скорости . . . . .	53
§ 3. Сложение гармонических колебаний . . . . .	55
§ 4. Метод Роберваля для проведения касательных . . . . .	58
§ 5. Разложение скоростей . . . . .	61
§ 6. Сложение ускорений . . . . .	63

### Глава III

#### Движение неизменяемой системы

§ 1. Поступательное движение . . . . .	70
§ 2. Вращательное движение . . . . .	72
§ 3. Перемещение неизменяемой системы параллельно данной плоскости. Теорема Пуансо . . . . .	75
§ 4. Ускорение точек плоской фигуры, перемещающейся в ее плоскости . . . . .	77

§ 5. Определение перемещения мгновенного центра вращения . . . . .	81
§ 6. Движение неизменяемой системы, имеющей неподвижную точку, Теорема Даламбера . . . . .	91
§ 7. Общий случай движения системы. Теорема Шалля . . . . .	94

#### Глава IV

##### Сложение движений системы

§ 1. Сложение поступательных движений . . . . .	98
§ 2. Сложение вращательного движения и поступательного, перпендикулярного оси вращения . . . . .	99
§ 3. Сложение двух вращательных движений около параллельных осей . . . . .	102
§ 4. Сложение вращательных движений около осей, пересекающихся в одной точке . . . . .	107
§ 5. Сложение вращательного и поступательного движений, скорости которых направлены, как угодно . . . . .	110
§ 6. Сложение двух вращательных движений около непараллельных и непересекающихся осей . . . . .	112
§ 7. Сложение двух винтовых движений . . . . .	114
§ 8. Сложение нескольких поступательных и вращательных движений . . . . .	118
§ 9. Разложение движений . . . . .	119

#### Глава V

##### Аналитическое исследование движений неизменяемой системы

§ 1. Формулы Эйлера . . . . .	121
§ 2. Теорема Даламбера . . . . .	123
§ 3. Движение свободной неизменяемой системы . . . . .	125
§ 4. Ускорение точек неизменяемой системы, имеющей неподвижную точку. Теорема Ривалля . . . . .	128
§ 5. Ускорение точек свободной системы . . . . .	132
§ 6. Аналитический вывод параллелограмма скоростей . . . . .	132
§ 7. Центр ускорения . . . . .	135
§ 8. Аналитическое доказательство теоремы Корнолиса . . . . .	136

#### СТАТИКА. ДИНАМИКА

##### Введение

§ 1. Определения . . . . .	143
§ 2. Основные законы механики . . . . .	146
§ 3. Действие силы на материальную точку . . . . .	148

#### Статика

##### Глава I

##### Сложение сил

§ 1. Сложение сил, направленных по одной прямой . . . . .	155
§ 2. Теорема параллелограмма сил . . . . .	156
§ 3. Доказательство Лапласа правила параллелограмма сил . . . . .	158
§ 4. Статика материальной точки . . . . .	163

§ 5. Статика твердого тела . . . . .	166
§ 6. Силы равные, равнодействующие, уравнивающие и эквивалентные . . . . .	—
§ 7. Сложение сил, пересекающихся в одной точке . . . . .	167
§ 8. Разложение силы на несколько пересекающихся сил . . . . .	168
§ 9. Сложение параллельных сил . . . . .	169
§ 10. Разложение силы на две параллельные . . . . .	173
§ 11. Сложение многих параллельных сил . . . . .	174
§ 12. Условия равновесия твердого тела под действием сил, пересекающихся в одной точке . . . . .	175

#### Глава II

##### Момент силы

§ 1. Определение . . . . .	177
§ 2. Теорема Вариньона . . . . .	178
§ 3. О равновесии рычага . . . . .	182
§ 4. Аналитическое выражение момента силы относительно центра . . . . .	183
§ 5. Момент сил относительно оси . . . . .	184
§ 6. Условия равновесия твердого тела, имеющего неподвижную ось . . . . .	188
§ 7. Аналитическое определение моментов силы относительно осей координат . . . . .	189
§ 8. Аналитическое определение координат центра параллельных сил . . . . .	192

#### Глава III

##### Центр тяжести

§ 1. Координаты центра тяжести . . . . .	194
I. Центр тяжести линий	
§ 2. Центр тяжести периметра треугольника . . . . .	200
§ 3. Центр тяжести части периметра правильного многоугольника . . . . .	201
§ 4. Центр тяжести дуги круга . . . . .	202
II. Центр тяжести площадей	
§ 5. Центр тяжести площади треугольника . . . . .	203
§ 6. Центр тяжести трапеции . . . . .	204
§ 7. Центр тяжести площади произвольного четырехугольника . . . . .	206
§ 8. Центр тяжести кругового сектора . . . . .	207
§ 9. Центр тяжести кругового сегмента . . . . .	208
III. Центр тяжести поверхностей	
§ 10. Центр тяжести боковой поверхности прямой призмы . . . . .	210
§ 11. Центр тяжести боковой поверхности пирамиды . . . . .	—
§ 12. Центр тяжести полной поверхности пирамиды . . . . .	211
§ 13. Центр тяжести поверхности шарового сегмента . . . . .	213
IV. Центр тяжести объемов	
§ 14. Центр тяжести объема призмы . . . . .	214
§ 15. Центр тяжести объема пирамиды . . . . .	215
§ 16. Центр тяжести объема параллельно усеченной пирамиды . . . . .	217





§ 17. Нахождение центра тяжести полной трехгранной пирамиды по способу Пуансо . . . . .	220
§ 18. Центр тяжести объема шарового сектора . . . . .	221
§ 19. Центр тяжести объема шарового сегмента . . . . .	222
§ 20. Теоремы Гульдена . . . . .	224

#### Глава IV

##### Теория пар

§ 1. Равнодействующая и момент пары . . . . .	228
§ 2. Эквивалентность пар . . . . .	233
§ 3. Сложение пар . . . . .	236
§ 4. Общие теоремы о сложении сил . . . . .	240

#### Глава V

##### О равновесии

§ 1. Условия равновесия свободного тела, когда силы лежат в одной плоскости . . . . .	246
§ 2. Равновесие несвободного тела, когда все силы, действующие на тело, лежат в одной плоскости . . . . .	248
§ 3. О равновесии твердого тела, на которое действуют силы, расположенные в пространстве как-нибудь . . . . .	258
§ 4. Условия равновесия несвободного тела . . . . .	261

#### Динамика точки

Введение . . . . .	273
--------------------	-----

#### Глава I

##### Свободная материальная точка

§ 1. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки . . . . .	274
§ 2. Сила инерции . . . . .	275
§ 3. Центробежная и центростремительная силы . . . . .	276
§ 4. Размер механических величин и их измерения . . . . .	277
§ 5. Прямолинейное движение свободной материальной точки . . . . .	280
§ 6. Падение тел с весьма большой высоты . . . . .	285
§ 7. Падение тел в сопротивляющейся среде . . . . .	290
§ 8. Движение тела, брошенного снизу вверх . . . . .	294
§ 9. Криволинейное движение свободной материальной точки . . . . .	298
§ 10. Движение материальной точки под действием центра, притягивающего силой, прямо пропорциональной расстоянию . . . . .	298
§ 11. Движение тела, брошенного под углом к горизонту . . . . .	301
§ 12. Отыскание огибающей всех параболических траекторий при постоянном $\varphi$ . . . . .	305

##### Основные теоремы механики для свободной материальной точки

§ 13. Теорема живых сил . . . . .	307
§ 14. Консервативность сил природы . . . . .	309
§ 15. Теорема площадей . . . . .	316
§ 16. Движение под действием центральных сил. Формула Бине . . . . .	322
§ 17. Движение планет . . . . .	325

§ 18. Движение материальной точки под действием центра, отталкивающего по закону Ньютона . . . . .	335
§ 19. Движение тела, брошенного под углом к горизонту, в сопротивляющейся среде . . . . .	339

#### Глава II

##### Несвободная материальная точка

§ 1. Равновесие материальной точки на поверхности . . . . .	347
§ 2. Равновесие материальной точки на линии . . . . .	350
§ 3. Движение несвободной материальной точки . . . . .	353
§ 4. Теорема живых сил для несвободной материальной точки . . . . .	355
§ 5. Давление движущейся материальной точки на удерживающую поверхность . . . . .	361
§ 6. Давление движущейся материальной точки на удерживающую ее линию . . . . .	366
§ 7. Движение материальной точки по поверхности по инерции . . . . .	368
§ 8. Теория математического маятника . . . . .	369
§ 9. Задача Абеля . . . . .	376
§ 10. Движение маятника в сопротивляющейся среде . . . . .	379
§ 11. Относительное движение материальной точки. Динамическая теорема Кориолиса . . . . .	383
§ 12. Задача Ампера . . . . .	385
§ 13. Влияние вращения земли на падение тел . . . . .	388
§ 14. Задача Фуко . . . . .	391
§ 15. Задача Ньютона . . . . .	395



531

Ж86

Жуковский, Н. Е.

Механика

системы. Динамика твердого  
тела (Университетские курсы)

[Текст] : учебник / Н. Е.

Жуковский ; под ред. А. П.

Котельникова. - М.-Л. :

ГОСИЗОБОРОПРОМ., 1939. -

294 с. -

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
Им. проф. Н. Е. ЖУКОВСКОГО

Проф. Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

# МЕХАНИКА СИСТЕМЫ. ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

(УНИВЕРСИТЕТСКИЕ КУРСЫ)

*Под редакцией заслуженного деятеля науки  
проф. А. П. КОТЕЛЬНИКОВА*

*Цена 8 р. 50 к. в переплете*

НКАП СССР  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ОБОРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

МОСКВА

1939

ЛЕНИНГРАД



## ОТ РЕДАКЦИИ

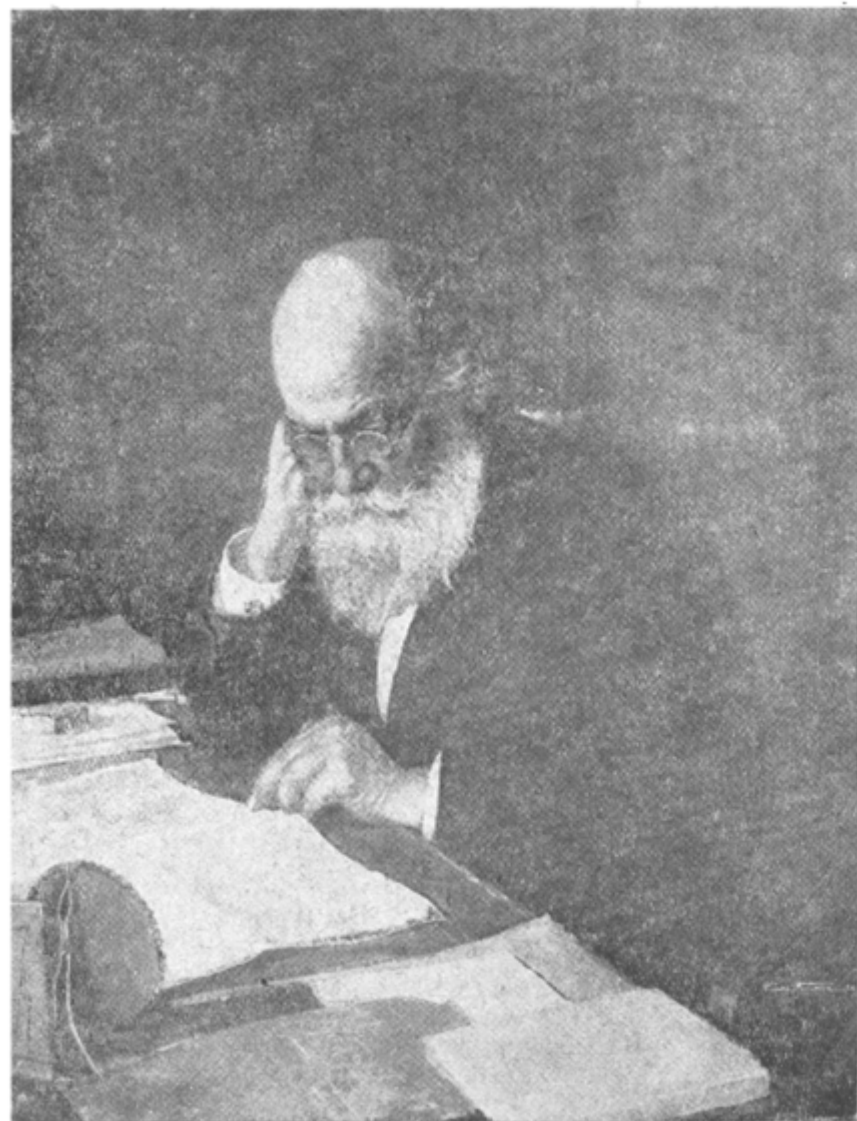
Профессор Н. Е. Жуковский читал механику системы в Московском университете с 1886 по 1903 г. и затем с 1912 по 1917 г. Эти лекции никогда не были напечатаны и теперь появляются в печати впервые. Существует несколько литографированных изданий, из которых в распоряжении редакции были издания 1887, 1888, 1889 и 1892 гг. Сравнение этих изданий показывает, что содержание лекции по существу из года в год изменялось мало, и издания отличаются друг от друга небольшими редакционными изменениями, чертежами и выбором примеров и задач.

При редактировании настоящего издания все перечисленные литографированные издания были использованы, причем из них избиралась наиболее удачная редакция отдельных мест.

В этом же томе помещены лекции по динамике твердого тела. По университетскому уставу 1884 г. каждый студент физико-математического факультета кроме общих курсов должен был прослушать по своему выбору два дополнительных курса в объеме двухчасовой лекции в полугодие. Такой дополнительный курс и представляют собой лекции по динамике твердого тела Н. Е. Жуковского, которые он читал в течение многих лет — с 1888 по 1911 г. Конспект этих лекций, составленный за осеннее полугодие 1888-89 учебного года студентом Н. Гурьевым, был найден среди рукописей Н. Е. Жуковского.

Как видно из конспекта, объем курса Н. Е. Жуковского значительно превосходит главу о вращении твердого тела около неподвижной точки, обычно входящую в общий курс.

Редакция сочла желательным для более полной характеристики преподавательской деятельности Н. Е. Жуковского включить этот курс в полное собрание его сочинений.



*Н. Е. Жуковский*



## ОГЛАВЛЕНИЕ

### Механика системы

#### I. Аналитическая статика

	<i>Стр.</i>
1. О связях . . . . .	9
2. Метод возможных перемещений для материальной точки . . . . .	12
3. Метод возможных перемещений для системы . . . . .	31
4. Равновесие неизменяемой системы . . . . .	54
5. Равновесие питающего многоугольника . . . . .	57
6. Равновесие гибкой нити . . . . .	65
7. Равновесие гибкой нити под действием центральных сил . . . . .	79

#### II. Динамика системы

1. Начало Даламбера . . . . .	83
2. Дифференциальные уравнения движения системы . . . . .	90
3. Движение динамической системы . . . . .	93
4. Основные теоремы динамики . . . . .	101
5. Дифференциальные уравнения в форме Лагранжа . . . . .	122
6. Задача о регуляторе Уатта . . . . .	132
7. Уравнения Гамильтона . . . . .	135
8. Начало Гамильтона и начало наименьшего действия . . . . .	139
9. О прочности равновесия системы . . . . .	146
10. О моментах инерции . . . . .	150
11. Динамика твердого тела . . . . .	159
12. Движение тела около неподвижной точки . . . . .	171
13. Движение по инерции тела, имеющего неподвижную точку . . . . .	174
14. Движение свободного твердого тела . . . . .	184
15. Теория гироскопов . . . . .	186
16. Удар тел . . . . .	187
17. Удар двух шаров . . . . .	193
18. Удар тел произвольной формы . . . . .	197

#### Динамика твердого тела

(специальный курс)

1. Введение. Динамические формулы Эйлера . . . . .	209
2. Движение тела, имеющего одну неподвижную точку, по инерции . . . . .	211
3. Теоремы Пуансо . . . . .	213
4. Первая интерпретация Пуансо вращательного движения твердого тела . . . . .	214
5. О полоидах . . . . .	216
6. Гироскоп Максвелла . . . . .	222
7. О герполоидах . . . . .	224

8. Исследование герполоиды . . . . .	<i>Стр.</i> 228
9. Замечание относительно данных, по которым определяется движение тела по инерции . . . . .	232
10. Вторая интерпретация Пуансо . . . . .	233
11. Добавление Дарбу (Darboux) . . . . .	239
12. Теорема Сильвестра . . . . .	240
13. Интегралы уравнений Эйлера в случае движения тела без действия сил . . . . .	244
14. Геометрическая интерпретация амплитуды эллиптических функций . . . . .	247
15. Движение твердого тела, имеющего неподвижную точку, под действием сил. Уравнения движения для тел вращения . . . . .	251
16. Теория гироскопов . . . . .	253
17. Теория волчка . . . . .	260
18. О катящихся конусах . . . . .	264
19. Два эллипсоида, соответствующие одной и той же полоиде. Конусы, соответствующие движению с нутацией и прецессией . . . . .	267
20. Движение тяжелого тела, для которого эллипсоидом инерции служит шар . . . . .	271
21. Движение тела, для которого эллипсоид инерции есть эллипсоид вращения . . . . .	274
22. О движении Земли около ее центра тяжести . . . . .	277
23. Движение тяжелого шара по наклонной плоскости без скольжения . . . . .	285
24. Движение тяжелого шара по наклонной плоскости со скольжением . . . . .	288
Литература . . . . .	292

532

Ж86

Жуковский, Н.

Полное собрание  
сочинений [Текст] / Н. Жуковский.  
- М. ; Л. : ГЛАВРЕДАВИАЛИТ,  
1935 - .

Т. 3 :

Гидродинамика / под ред. С. А.  
Чаплыгина. - 1936. - 486 с. -

THE ZHUKOVSKY  
CENTRAL AEROHYDRODYNAMICAL INSTITUTE  
THE N. E. ZHUKOVSKY COMMEMORATION COMMITTEE

Prof. N. E. ZHUKOVSKY

## COLLECTED PAPERS

EDITORIAL BOARD  
N. An. of Sc. of the USSR S. A. TERAPLEN,  
Member Correspondent of the A.S.  
of Sc. of the USSR Prof. A. I. KORNAROV  
Prof. V. A. ZHURAVLEV  
Prof. V. P. VEKURIN  
Prof. A. P. KOZLOV

VOLUME III

HYDRODYNAMICS



ONTI • PEOPLE'S COMMISSARIAT OF HEAVY INDUSTRY  
ONTI  
UNITED SCIENTIFIC TECHNICAL PUBLISHING HOUSE  
M O S C O W 1 9 3 6 L E N I N G R A D

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ АЭРОГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
им. Н. Е. ЖУКОВСКОГО

КОМИТЕТ ПО УВЕКОВЕЧЕНИЮ ПАМЯТИ Н. Е. ЖУКОВСКОГО

Проф. Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

# ПОЛНОЕ СОБРАНИЕ СОЧИНЕНИЙ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Академик С. А. ЧАПЛЫГИН,  
чл. корр. Академии наук СССР  
проф. А. И. НЕКРАСОВ,  
инж. В. А. АРХАНГЕЛЬСКИЙ,  
проф. В. П. ВЕУЧИНКИН,  
васлуж. деятель науки и техники  
проф. А. П. КОТЕЛЬНИКОВ

ТОМ III

## ГИДРОДИНАМИКА



ОНТИ • НКТП • СССР  
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ АВИАЦИОННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

МОСКВА

1936

ЛЕНИНГРАД



*ОТ РЕДАКЦИИ*

Том III полного собрания сочинений Н. Е. Жуковского, будучи продолжением тома II, посвящен различным вопросам классической гидродинамики идеальной жидкости.

Статьи расположены в хронологическом порядке.

Одна статья (4) о равновесии цилиндра, плавающего в жидкости, частицы которой притягиваются друг к другу и к частям цилиндра по закону Ньютона, относится к гидростатике, а остальные — к гидродинамике, причем большинство (1, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12) посвящено плоскому движению, а остальные (2, 3, 8) — движению в пространстве трех измерений.

В первой статье „Случай движения жидкой площади по инерции“ выводятся условия, которые должны быть соблюдены для того, чтобы при прямолинейном и равномерном движении каждой точки площадь деформирующейся площадки не изменялась.

В статье „Об ударе шаров“ рассматривается центральный удар падающего по вертикальной линии шара о шар, плавающий в воде.

Все сочинения, которые имелись в то время, когда была впервые напечатана работа „О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные жидкостью“ (3), касались либо только частных примеров, либо затрагивали указанный вопрос только мимоходом. Н. Е. Жуковский впервые ставит вопрос во всей полноте. Помимо новых общих теорем, Н. Е. Жуковский дает решение задачи для ряда неисследованных форм полостей, в частности для полостей многосвязных; кроме того, он распространяет и решает задачу на случай как вязкой, так и завихренной жидкости.

В работе „Видоизменение метода Кирхгофа“ (5) Н. Е. Жуковский дает новый метод решения задач, в которых



*Н. Е. ЖУКОВСКИЙ.*  
(1881 г.)



отыскивается течение жидкости, стесненное частью стенками сосуда, частью — линией тока, на которой давление постоянно.

При редактировании этой работы для второго издания (Труды ЦАГИ, вып. 41) академиком С. А. Чаплыгиным и А. П. Минаковым были сделаны примечания с целью исправления вкравшихся в первое издание ошибок вычислений и была написана заметка „Теоретический расчет действия турбины“ с целью отчасти оправдать примечания к § 20, отчасти для того, чтобы развить и обобщить задачу о турбине, которую в качестве примера на приложение своего метода рассматривает Н. Е. Жуковский в § 20. Эта заметка воспроизводится и в настоящем издании.

В статье „Определение движения жидкости при каком-либо условии, данном на линии тока“ (6), метод, данный в предыдущей статье, применяется к задачам, в которых на граничной линии тока должна быть удовлетворена какая-нибудь зависимость между скоростью  $v$  и углом  $\theta$  ее наклона к оси  $x$ .

В статье „О разрезании вихревых шнуров“ (7) рассматривается движение вихря при наличии в жидкости клина, ребро которого параллельно вихрю.

В статье „О движении вихревых колец“ (8) решается задача о движении круглого кольца, несущего заключенную в нем жидкость поступательным движением и имеющего на поверхности вихревой слой. Эта статья снабжена примечаниями А. П. Минакова, назначение которых облегчить понимание встречающихся в статье математических выкладок.

Цель заметки „О подсосывающем действии потока воздуха на пластинку“ (9) заключается в том, чтобы теоретически показать, что составляющая давления воздуха на пластинку, направленная по пластинке, может составлять с направлением потока тупой угол. Между прочим, в этой статье, а равным образом и в статье „О замене диска Релея“ (10) рассматривается поток, обтекающий эллиптический цилиндр, причем во второй статье предполагается, что циркуляция вокруг цилиндра равна нулю, а в первой, что циркуляция нулю не равна.

В первой статье „О снежных заносах“ (11) рассматривается поток, обтекающий горизонтальный круглый цилиндр, причем скорость потока вдали от цилиндра предполагается растущей пропорционально расстоянию от горизонтальной плоскости. Во второй статье (12) изучается движение небольших твердых тел (снежинок) вблизи критической точки гиперболического или эллиптического типа.

К большим работам (3) и (5) добавлено подробное оглавление, которое отсутствовало в первом издании.

Для удобства читателя во всех статьях проведено единство обозначений частных и полных производных: для обозначения частных производных принята буква  $\delta$ , для обозначения полных —  $d$ .

Большинство чертежей для нового издания сделано заново.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От редакции . . . . .	5	щейся внутри неподвижной полости . . . . .	34
<b>Случай движения жидкой площади по инерции</b>	9	§ 6. Влияние на внутреннее движение жидкости движения полости. Потенциал скоростей жидкости при вращении полости. Относительная скорость жидкости и ее maximum . . . . .	35
Резюме . . . . .	14	§ 7. Гидродинамическое давление жидкости в полости.	41
<b>Об ударе двух шаров, из которых один плавает в жидкости</b> . . . . .	15	<b>Движение твердого тела, заключающего внутри себя жидкие массы</b> . . . . .	43
Резюме . . . . .	20	§ 8. Постановка задачи. Возможность разложения движения рассматриваемой системы на движение около центра тяжести и поступательное движение . . . . .	43
<b>О движении твердого тела, имеющего полости, наполненные однородной капельной жидкостью</b>	21	§ 9. Формулы проекций главного момента количества движения частицы жидкости, заключенной в ней жидкости . . . . .	44
Глава I. Вспомогательные теоремы . . . . .	25	§ 10. Дифференциальные уравнения движения тела с полостями, наполненными жидкостью. Эквивалентные тела. Гироскопический эффект жидких масс в случае многосвязных полостей . . . . .	48
§ 1. Циркуляция скорости. Теорема Стокса . . . . .	26		
§ 2. Главный контур и главная циркуляция. Теорема Гельмгольца . . . . .	27		
§ 3. Теорема Томсона . . . . .	31		
§ 4. Выражение суммы элементарных работ количества движения частицы жидкости, заключенной в односвязной и многосвязной полостях, через интегралы по поверхности . . . . .	32		
<b>Движение жидкости, наполняющей полость движущегося твердого тела</b>	34		
§ 5. Потенциал скоростей частиц жидкости, движу-			

<b>Метод Неймана</b> . . . . .	52	оси, перпендикулярной к оси полости. Потенциал скоростей. Дифференциальные уравнения линий тока и моменты инерции эквивалентных тел. Уравнения для присоединенных сферических функций первого рода и их некоторые свойства . . . . .	90
§ 11. Вывод дифференциальных уравнений предыдущего параграфа методом Неймана . . . . .	52	§ 22. Коническая полость . . . . .	96
<b>Глава II. Эллипсоидальная полость</b> . . . . .	59	§ 23. Односвязная и кольцевидная полости, ограниченные гиперболами . . . . .	101
§ 12. Эллипсоидальная полость. Эллиптическое вращение.	59	§ 24. Полость в форме полусферы . . . . .	105
<b>Цилиндрические полости</b> . . . . .	65	<b>О многосвязных полостях</b> . . . . .	112
§ 13. Направление главных осей инерции эквивалентного тела . . . . .	65	§ 25. Геометрическая интерпретация движения вокруг неподвижной точки твердого тела с присоединенным гироскопом . . . . .	112
§ 14. Общие формулы для относительных скоростей частиц жидкости и моментов инерции эквивалентных тел при вращении около оси, параллельной образующим цилиндра . . . . .	66	§ 26. Замечание по поводу определения проекций главного момента количества движения частицы жидкости . . . . .	117
§ 15. Полости в форме эллиптического цилиндра и треугольной призмы . . . . .	68	§ 27. Бесконечно тонкая замкнутая трубка произвольного вида и сечения . . . . .	117
§ 16. Полости с контуром поперечного сечения в виде двухсофокусных эллипсов . . . . .	71	§ 28. Полости вращения . . . . .	121
§ 17. Полости с поперечным сечением в виде кругового сектора . . . . .	76	<b>Глава III. Случай вихревого движения жидкости в полостях движущегося тела</b> . . . . .	122
§ 18. Общие формулы для определения скоростей частиц жидкости и моментов инерции эквивалентных тел при вращении около оси, перпендикулярной образующим . . . . .	79	§ 29. Определение скоростей части жидкости при неподвижном теле . . . . .	122
§ 19. Полость в виде прямоугольного параллелепипеда . . . . .	82	§ 30. Внутреннее движение жидкости в случае вращающейся полости. Дифференциальные уравнения задачи . . . . .	124
§ 20. Полость, имеющая форму круглого цилиндра . . . . .	84	§ 31. Определение гидродинамического давления внутри полости . . . . .	130
<b>О полостях, имеющих форму тел вращения</b> . . . . .	90		
§ 21. Вращение около оси полости. Вращение около			



§ 32. Цилиндрическая полость, вращающаяся вокруг оси, параллельной образующим . . . . .	132	§ 4. Истечение жидкости из сосудов, ограниченных двумя плоскими бесконечными симметричными стенками . . . . .	211
§ 33. Полость в форме эллипсоида вращения . . . . .	134	§ 5. Удар беспредельного потока о симметричный клин, ось которого направлена по течению потока . . . . .	218
<b>Решение задачи, принимаемая во внимание трение жидкости</b> . . . . .	147	§ 6. Истечение из сосудов, ограниченных двумя плоскими бесконечными несимметричными стенками . . . . .	223
§ 34. Дифференциальные уравнения задачи и формула для гидродинамического давления . . . . .	147	§ 7. Удар беспредельного потока о несимметрично относительно него расположенный неравнобокий клин . . . . .	234
§ 35. Задача Гельмгольца о колебаниях около неподвижной оси шара, наполненного трущейся жидкостью . . . . .	153	§ 8. Удар струи о симметрично расположенный относительно нее равнобокий клин . . . . .	241
§ 36. Задача Гельмгольца о колебаниях около неподвижной оси шара, наполненного трущейся жидкостью . . . . .	159	§ 9. О соударении двух струй жидкости . . . . .	246
§ 37. Решение задачи § 27, принимаемая во внимание трение . . . . .	166	§ 10. Удар бесконечно широкого потока о пластинку, поставленную при его свободной поверхности . . . . .	253
§ 38. Теорема о предельном движении, которое получает полость произвольной формы по прошествии весьма большого времени . . . . .	182	§ 11. Истечение жидкости из дна сосуда, прикрытого сверху и имеющего бесконечную ширину и конечную высоту . . . . .	259
Резюме . . . . .	182	§ 12. Об ударе беспредельного потока жидкости о ломаную пластинку в случае, когда жидкость вступает на нее по направлению кривой . . . . .	263
<b>Решение одной задачи гидростатики</b> . . . . .	187	§ 13. Истечение жидкости из сосуда конечной ширины и бесконечно большой длиной . . . . .	273
Резюме . . . . .	194	§ 14. Удар потока, заключенного между двумя парал-	
<b>Видоизменение метода Кирхгоффа для определения движения жидкости в двух измерениях при постоянной скорости, данной на неизвестной линии тока</b> . . . . .	195		
§ 1. Краткий обзор литературы вопроса . . . . .	195		
§ 2. Изложение метода Кирхгоффа . . . . .	198		
§ 3. Изложение метода автора . . . . .	203		

		дельными стенками, на симметрично относительно него расположенный равнобокий клин . . . . .	281
§ 15. Удар беспредельного потока жидкости в прямоугольный сосуд, поставленный отверстием навстречу потока . . . . .	285	§ 16. Истечение жидкости из бесконечного сосуда в наставку . . . . .	294
§ 17. Об ударе потока жидкости о пластинку, прикрывающую вход в канал с параллельными стенками . . . . .	302	§ 18. Удар о пластинку струи жидкости, выходящей из канала с параллельными стенками . . . . .	306
§ 19. Концентрирование струи жидкости . . . . .	313	§ 20. Теоретические данные для исследования действия турбины . . . . .	319
§ 21. Заключение . . . . .	340	§ 21. Заключение . . . . .	340
<i>Прибавление.</i> Проф. С. А. Чаплыгина и А. П. Минакова. Теоретический расчет действия турбины (Обобщение решения Н. Е. Жуковского) . . . . .	342		
Резюме . . . . .	365		
<b>Определение движения жидкости при каком-нибудь условии, данном на линии тока</b> . . . . .	371		
§ 1. . . . .	371		
§ 2. Движение несжимаемой жидкости . . . . .	371—373		
§ 3. Движение жидкости при капиллярных силах натяжения на поверхности струи . . . . .	377—378		
§ 4. . . . .	385		
§ 5. . . . .	386		
§ 6. . . . .	386		
Резюме . . . . .	386		
<b>К вопросу о разрезании вихревых шнуров</b> . . . . .	387		
Резюме . . . . .	405		
<b>Заметка о движении вихревых колец</b> . . . . .	406		
<i>Примечания</i> А. П. Минакова . . . . .	413		
Резюме . . . . .	418		
<b>О подсосывающем действии потока воздуха на пластинку</b> . . . . .	420		
Резюме . . . . .	431		
<b>О замене диска Релея продолговатой пластинкой</b> . . . . .	433		
Резюме . . . . .	438		
<b>О снежных заносах. Статья первая</b> . . . . .	439		
Резюме . . . . .	449		
<b>О снежных заносах и заилении рек</b> . . . . .	451		
Резюме . . . . .	475		

**Щиро дякую за увагу.  
З виданнями із колекційного фонду  
НТБ КНУТД Ви можете  
ознайомитися в відділі зберігання  
фондів (1- 0175)**

