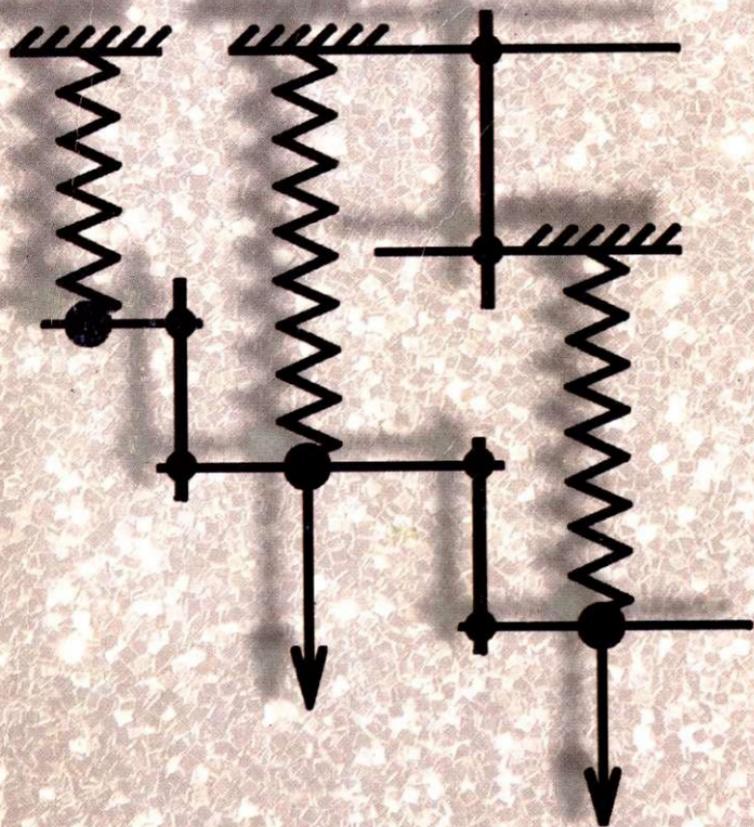


Федула А.А., Чигарев А.В., Чигарев Ю.В.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ



Федута А. А., Чигарев А. В., Чигарев Ю. В.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И МЕТОДЫ МАТЕМАТИКИ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
высших технических учебных заведений.*

Минск, УП «Технопринт», 2000

УДК 531.1(075.8)

ББК 22.2я73

Ф 32

Рецензенты: зав. кафедрой технической механики БГУИР, профессор,
доктор технических наук В. М. Сурин;
доктор физико-математических наук, профессор кафедры
теоретической механики и робототехники БГУ М. Д. Мартыненко.

Федута А. А. и др.

Ф32 Теоретическая механика и методы математики:– Уч. пособие /А. А. Федута, А. В. Чигарев, Ю. В. Чигарев,– Мн.: УП «Технопринт», 2000. – 504 с.

ISBN 985-6373-33-6

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов и преподавателей технических вузов всех специальностей, где изучается теоретическая механика. Оно также может быть использовано на естественных факультетах университетов и в средних технических учебных заведениях.

В учебник включен справочный материал по математике, аппарат которой используется в механике.

Изложение основных традиционных глав теоретической механики приводится в рациональной форме, что дает возможность при необходимости данное пособие использовать и как справочник.

УДК 531.1(075.8)

ББК 22.2я73

985-6373-33-6

© Федута А. А., Чигарев А. В.,
Чигарев Ю. В., 2000.
© УП «Технопринт», 2000.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	17
-------------------	----

СТАТИКА

Глава I. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И АКСИОМЫ СТАТИКИ	18
§ 1 Аксиомы статики и их следствия	19
§ 2 Активные силы и реакции связей. Принцип освобождаемости	20
§ 3 Конструктивная реализация связей	20
§ 4 Основные задачи статики	22
§ 5 Система сходящихся сил	22
§ 6 Аналитический способ определения равнодействующей системы сходящихся сил. Условия равновесия системы сходящихся сил	23
Глава II. ТЕОРИЯ ПАР	27
§ 7 Сложение двух параллельных сил	27
§ 8 Пара сил	28
§ 9 Момент силы относительно точки и относительно оси	28
§ 10 Момент пары	30
§ 11 Теоремы о парах	30
§ 12 Приведение системы пар к простейшему виду. Равновесие системы пар	32
§ 13 Условие равновесия системы пар	32
Глава III. ОСНОВНАЯ ТЕОРЕМА СТАТИКИ И УСЛОВИЯ РАВНОВЕСИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СИЛ	33
§ 14 Лемма о параллельном переносе силы	33
§ 15 Основная теорема статики	33
§ 16 Аналитическое определение главного вектора и главного момента пространственной системы сил	34

§ 17	Зависимость главного момента при перемене центра приведения	35
§ 18	Условия равновесия пространственной системы сил	36
§ 19	Уравнения равновесия для частных случаев системы сил	36
Глава IV.	ПЛОСКАЯ СИСТЕМА СИЛ	41
§ 20	Приведение плоской системы сил к простейшему виду	41
§ 21	Теорема Вариньона	42
§ 22	Условия равновесия плоской системы сил	43
§ 23	Статические инварианты	46
§ 24	Динамический винт (динама)	47
§ 25	Центральная ось. Уравнение центральной оси	47
Глава V.	ЦЕНТР ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ СИЛ.	
	ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ	53
§ 26	Центр параллельных сил	53
§ 27	Центр тяжести	54
Глава VI.	ТРЕНИЕ	59
§ 28	Равновесие с учетом сил трения	59
§ 29	Угол и конус трения	59
§ 30	Равновесие тела при наличии трения качения. Ведомое колесо	63
§ 31	Ведущее колесо	66
	КИНЕМАТИКА	
Глава VII.	КИНЕМАТИКА ТОЧКИ	67
§ 32	Основные понятия	67
§ 33	Способы задания движения	67
§ 34	Взаимосвязь между способами движения	69
§ 35	Понятие о производной вектора по скалярному аргументу	73
§ 36	Скорость точки	75
§ 37	Скорость точки при координатном способе задания движения	75
§ 38	Скорость точки при естественном способе задания движения	76
§ 39	Ускорение точки	78

§ 40	Нахождение ускорения точки при координатном способе задания движения	78
§ 41	Нахождение ускорения точки при естественном способе задания движения	80
§ 42	Скорость и ускорение точки в криволинейных координатах	84
§ 43	Скорость точки в криволинейных координатах	85
§ 44	Ускорение точки в криволинейных координатах	89
Глава VIII.	ОСНОВНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ТВЕРДОГО ТЕЛА	95
§ 45	Поступательное движение твердого тела	95
§ 46	Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси	96
§ 47	Скорость и ускорение точек тела, вращающегося вокруг неподвижной оси	97
§ 48	Плоское движение твердого тела	99
§ 49	Скорости точек тела при плоском движении	102
§ 50	Мгновенный центр скоростей	104
§ 51	Подвижная и неподвижная centroиды	109
§ 52	Ускорения точек при плоском движении	111
§ 53	Мгновенный центр ускорений	112
Глава IX.	ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА С ОДНОЙ НЕПОДВИЖНОЙ ТОЧКОЙ (сферическое движение)	118
§ 54	Задание движения. Углы Эйлера. Распределение скоростей точек твердого тела, имеющего одну неподвижную точку	118
§ 55	Мгновенная ось вращения	120
§ 56	Ускорения точек тела, имеющего одну неподвижную точку	121
§ 57	Движение свободного твердого тела	123
Глава X.	СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ	125
§ 58	Основные определения. Понятие об абсолютной и относительной производной вектора. Формула Бура	125
§ 59	Скорость точки в сложном движении	126
§ 60	Ускорение точки в сложном движении. Теорема Кориолиса	126
§ 61	Правило Жуковского	127
Глава XI.	СЛОЖНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЕРДОГО ТЕЛА	131
§ 62	Постановка задачи. Сложение поступательных движений	131

§ 63	Сложение вращений вокруг пересекающихся осей	132
§ 64	Кинематические уравнения Эйлера	133
§ 65	Пара вращений	138
§ 66	Сложение вращений вокруг параллельных осей	139
§ 67	Сложение поступательных и вращательных движений	141
§ 68	Общий случай сложения движений твердого тела	142

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

Глава XI. ВВЕДЕНИЕ В ДИНАМИКУ.

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ

ДВИЖЕНИЯ

§ 69	Предмет, задачи динамики и законы	143
§ 70	Дифференциальные уравнения движения материальной точки	144
§ 71	Первая задача динамики	145
§ 72	Вторая задача динамики	148
	Прямолинейное движение точки	149

Глава XII. ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

§ 73	Вводные замечания	157
§ 74	Свободные колебания материальной точки	157
§ 75	Свободные колебания при линейно-вязком сопротивлении	159
§ 76	Вынужденные колебания материальной точки при гармоническом законе возмущающей силы.	192
	Коэффициент динамичности	163
§ 77	Вынужденные колебания материальной точки при наличии сил вязкого сопротивления	164
	Коэффициент динамичности	166
	Амплитудно-частотная характеристика системы	167
	Фазочастотная характеристика	167

Глава XIII. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ ДИНАМИКИ ТОЧКИ

§ 78	Теорема об изменении количества движения материальной точки	176
§ 79	Теорема об изменении момента количества движения материальной точки	177
§ 80	Работа силы	178

§ 81	Мощность силы	179
§ 82	Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки	180
§ 83	Силовое поле. Потенциальная энергия	180
	Свойства стационарных силовых полей	181
§ 84	Потенциальное силовое поле (консервативное поле)	181
	Потенциальная энергия поля сил тяжести	182
§ 85	Потенциальная энергия поля центральных сил	182
§ 86	Потенциальная энергия восстанавливающей силы пружины	183
§ 87	Закон сохранения механической энергии (интеграл энергии)	184

Глава XIV. НЕСВОБОДНОЕ ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	185	
§ 88	Определение несвободного движения. Связи. Принцип освобождаемости	185
§ 89	Уравнения связей. Классификация связей	185
§ 90	Движение точки по гладкой неподвижной поверхности	186
§ 91	Движение точки по гладкой неподвижной кривой	187
§ 92	Метод кинестатики для точки (принцип Д'Аламбера)	190

Глава XV. ДИНАМИКА ОТНОСИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ	192	
§ 93	Переносная и кориолисова сила инерции	192
	Условия относительного покоя	195
§ 94	Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки в относительном движении	195

ДИНАМИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Глава XVI. МАТЕРИАЛЬНАЯ СИСТЕМА. ОБЩИЕ ТЕОРЕМЫ	197	
§ 95	Основные понятия	197
§ 96	Внешние и внутренние силы	197
	Свойства внутренних сил	198
§ 97	Дифференциальные уравнения движения системы материальных точек	198
§ 98	Теорема об изменении количества движения материальной системы	199
	Количество движения материальной системы	199
§ 99	Теорема о движении центра масс механической системы	205

§ 100	Теорема об изменении момента количеств движения материальной системы	208
	Момент количеств движения материальной системы	208
	Момент количеств движения твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси	209
	Краткие сведения о моментах инерции	209
	Понятие о радиусе инерции тела	210
	Теорема об изменении момента количеств движения материальной системы	210
§ 101	Дифференциальное уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси	218
§ 102	Момент количеств движения системы, участвующей в сложном движении	219
§ 103	Теорема об изменении момента количеств относительного движения материальной системы	221
§ 104	Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы	223
	Кинетическая энергия материальной системы и способы ее вычисления	223
	Кинетическая энергия твердого тела	224
	Работа сил, приложенных к материальной системе	227
	Теорема об изменении кинетической энергии материальной системы	231
§ 105	Закон сохранения полной механической энергии механической системы	231
§ 106	Теорема об изменении кинетической энергии относительного движения	232

Глава XVII. ДИНАМИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА.

ГЕОМЕТРИЯ МАСС

§ 107	Основные определения	238
	Моменты инерции твердого тела	238
§ 108	Тензор инерции твердого тела в точке и его свойства	240
§ 109	Преобразование векторов при повороте системы координат	241
§ 110	Представление тензора в виде матрицы	242
§ 111	Девятичленная форма представления тензора	243
§ 112	Умножение тензора на вектор	243
§ 113	Преобразование компонент тензора инерции при повороте координатных осей	244

§ 114 Моменты инерции относительно параллельных осей (теорема Гюйгенса–Штейнера)	245
§ 115 Изменение центробежных моментов инерции при параллельном переносе осей	246
§ 116 Эллипсоид инерции	246
§ 117 Определение главных осей инерции тела	247
Глава XVIII. ДИНАМИКА СВОБОДНОГО ТВЕРДОГО ТЕЛА	252
§ 118 Основные задачи	252
§ 119 Количество движения, момент количества движения и кинетическая энергия твердого тела.	253
Количество движения твердого тела	253
Момент количества движения твердого тела	254
Кинетическая энергия твердого тела, имеющего одну неподвижную точку	255
Кинетическая энергия тела, движущегося произвольным образом (теорема Кенига для произвольного случая)	256
§ 120 Принцип Даламбера для механической системы	258
§ 121 Главный вектор сил инерции механической системы и абсолютно твердого тела	260
§ 122 Главный момент сил инерции механической системы и абсолютно твердого тела	260
§ 123 Динамика вращения твердого тела вокруг неподвижной оси	263
§ 124 Физический маятник и его малые колебания	267
§ 125 Динамика плоского движения твердого тела	268
§ 126 Динамика сферического движения твердого тела	270
§ 127 Движение твердого симметричного тела, имеющего одну неподвижную точку, по инерции (случай Эйлера)	271
§ 128 Определение углов Эйлера (случай Эйлера)	272
§ 129 Устойчивость вращения твердого тела вокруг главных осей инерции	275
Глава XIX. ТЕОРИЯ ГИРОСКОПОВ	278
§ 130 Элементарная теория гироскопов	278
§ 131 Основное допущение элементарной (прецессионной) теории гироскопа	278
§ 132 Теорема Резаля	279
§ 133 Основное свойство свободного (астатиического) гироскопа	280

§ 134 Закон прецессии оси гироскопа	280
§ 135 Момент гироскопической реакции	281
§ 136 Гироскопический измеритель угловой скорости (гиротахометр)	282
§ 137 Гироскопические давления на опоры	283
Глава XX. ЭЛЕМЕНТЫ АНАЛИТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ	285
§ 138 Классификация связей	285
§ 139 Идеальные связи	286
§ 140 Возможные перемещения голономных систем	286
Геометрический смысл возможного перемещения	287
§ 141 Принцип возможных (виртуальных) перемещений (принцип Лагранжа)	288
§ 142 Обобщенные координаты	289
§ 143 Обобщенные силы	290
§ 144 Условия равновесия в обобщенных координатах	291
Глава XXI. АНАЛИТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА	292
§ 145 Общее уравнение динамики	292
§ 146 Уравнение Лагранжа II-го рода	293
§ 147 Первый интеграл общего уравнения динамики	297
§ 148 Циклические координаты	298
§ 149 Выражение кинетической энергии механической системы через обобщенные скорости и координаты	299
ГЛАВА XXII. МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОДНОЙ И ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ ОКОЛО ПОЛОЖЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАВНОВЕСИЯ	300
§ 150 Определение положений равновесия	300
§ 151 Устойчивость положения равновесия. Теорема Лагранжа–Дирихле. Критерий Сильвестра	300
§ 152 Малые колебания консервативной системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия	303
§ 153 Диссипативная функция Рэля	305
§ 154 Уравнения Лагранжа II-го рода при учете сил вязкого трения	306
§ 155 Малые колебания механической системы с одной степенью свободы при наличии сил вязкого сопротивления	306
Логарифмический декремент колебаний	308
§ 156 Вынужденные колебания механической системы с одной степенью свободы	310
Коэффициент динамичности	312

§ 157	Вынужденные малые колебания механической системы с одной степенью свободы при наличии силы вязкого сопротивления (случай гармонической обобщенной силы)	313
	Коэффициенты динамичности	314
	Исследование сдвига фаз в зависимости от z	315
§ 158	Малые колебания с одной степенью свободы без учета сил сопротивления в случае произвольной возмущающей силы	316
§ 159	Малые колебания механической системы с одной степенью свободы при наличии сил сопротивления и произвольной возмущающей силы	317
§ 160	Определение периодических решений	318
§ 161	Малые колебания консервативной системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия	323
§ 162	Нормальные координаты	325
§ 163	Влияние сил сопротивления на колебания механической системы с двумя степенями свободы около положения устойчивого равновесия	326
§ 164	Вынужденные колебания системы с двумя степенями свободы без учета сил вязкого сопротивления	327
§ 165	Собственные свободные колебания механической системы с s степенями свободы без учета сопротивления	328
§ 166	Вынужденные колебания системы с s степенями свободы	329
§ 167	Действие вынуждающих сил, изменяющихся по гармоническому закону. Непосредственное решение	329

Глава XXIII. ВВЕДЕНИЕ В ТЕОРИЮ МЕХАНИЧЕСКОГО УДАРА	339
§ 168 Основные определения	339
§ 169 Коэффициент восстановления	341
§ 170 Удар материальной точки об идеально гладкую поверхность	342
§ 171 Общие теоремы механической системы и их применение в теории идеального удара	345
§ 172 Удар, действующий на тело, закрепленное в двух точках	347

§ 173 Условия отсутствия ударных реакций. Центр удара	348
§ 174 Прямой удар двух тел	349
§ 175 Удар в плоском движении твердого тела	352

Глава XXIV. ДИНАМИКА ТОЧКИ ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ	360
§ 176 Уравнение Мещерского	360
§ 177 Формулы Циолковского	361

МЕТОДЫ МАТЕМАТИКИ

Глава I. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ АЛГЕБРА	363
§ 1.1 Действительные числа	363
§ 1.2 Абсолютные величины	364
§ 1.3 Дробные выражения	364
§ 1.4 Степени и корни	366
§ 1.5 Логарифмы	368
§ 1.6 Факториалы	369
§ 1.7 Прогрессии	369
§ 1.8 Комплексные числа	370
§ 1.9 Бином Ньютона	373
§ 1.10 Тригонометрические формулы. Тригонометрические функции	375

Глава II. ЛИНЕЙНАЯ АЛГЕБРА	388
§ 2.1 Определители и их свойства	388
§ 2.2 Миноры и алгебраические дополнения	388
§ 2.3 Определители второго и третьего порядка	388
§ 2.4 Свойства определителей	389
§ 2.5 Произведение определителей	390
§ 2.6 Изменение порядка определителей	390
§ 2.7 Матрицы и действия над ними, ранг матрицы и обратная матрица	391
§ 2.8 Алгебраические уравнения	393
§ 2.9 Действительные алгебраические уравнения и их корни	394
§ 2.10 Линейные уравнения	395
§ 2.11 Квадратные уравнения	395
§ 2.12 Кубические уравнения	395
§ 2.13 Уравнение четвертой степени (решение Декарта–Эйлера)	396
§ 2.14 Системы уравнений	396

§ 2.15 Матричный метод решения систем линейных алгебраических уравнений	399
§ 2.16 Линейная независимость	400
Глава III. ЭЛЕМЕНТЫ ВЕКТОРНОЙ АЛГЕБРЫ	402
§ 3.1 Скаляры и векторы	402
§ 3.2 Скользящие, приложенные и свободные векторные величины	402
§ 3.3 Сложение векторов	403
§ 3.4 Вычитание векторов	405
§ 3.5 Умножение вектора на скаляр	405
§ 3.6 Деление вектора на скаляр	406
§ 3.7 Теория проекций	406
§ 3.8 Инварианты системы свободных векторов	406
§ 3.9 Координаты скользящего вектора	413
§ 3.10 Момент скользящего вектора. Плюккеровы координаты	414
§ 3.11 Аналитическое определение момента скользящего вектора	415
§ 3.12 Проекция момента на ось	416
§ 3.13 Момент скользящего вектора относительно оси	417
Глава IV. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ГЕОМЕТРИЯ	418
§ 4.1 Система координат плоскости	418
§ 4.2 Системы координат в пространстве	420
§ 4.3 Прямая на плоскости	422
4.3.1 Общее уравнение прямой	422
4.3.2 Векторно-параметрическое уравнение прямой	422
4.3.3 Каноническое уравнение прямой	422
4.3.4 Уравнение прямой по двум точкам	423
4.3.5 Уравнение прямой по точке и угловому коэффициенту	423
§ 4.4 Прямая в пространстве	423
4.4.1 Векторно-параметрическое уравнение	423
4.4.2 Каноническое уравнение прямой	424
4.4.3 Уравнение прямой по двум точкам	424
§ 4.5 Плоскость и способы ее задания	424
§ 4.6 Кривые второго порядка	425
§ 4.7 Поверхности второй степени	430
Глава V. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ	432
§ 5.1 Производная функции	432
§ 5.2 Вычисление производных	432
5.2.1 Дифференцирование выражений	432

5.2.2 Производная сложной функции	433
5.2.3 Производная обратной функции	433
5.2.4 Производные основных элементарных функций	433
5.2.5 Производная степенно-показательной функции	435
5.2.6 Производные высших порядков некоторых функций	436
5.2.7 Формула Лейбница	436
5.2.8 Дифференциалы высших порядков	437
5.2.9 Производные функции, заданной параметрически	437
5.2.10 Формула конечных приращений	437
5.2.11 Правило Лопитала	437
5.2.12 Локальный экстремум	438
5.2.13 Формула Тейлора	438
5.2.14 Функции двух переменных	440

VI. ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ

Неопределенный интеграл	444
6.1.1 Первообразная. Понятие неопределенного интеграла и его свойства	444
6.1.2 Замена переменных в неопределенном интеграле	445
6.1.3 Формула интегрирования по частям	445
6.1.4 Таблица простейших интегралов	445
6.1.5 Интегрирование рациональных функций	447
6.1.6 Метод рационализации	449
6.1.7 Интегрирование некоторых трансцендентных функций	451
6.1.8 Интегралы от рациональных функций	451
6.1.9 Интегралы от иррациональных функций	455
6.1.10 Интегралы, содержащие экспоненту	458
6.1.11 Интегралы, содержащие логарифмы	460
6.1.12 Интегралы, содержащие тригонометрические функции	462
6.1.13 Интегралы, содержащие обратные тригонометрические функции ($a > 0$)	467
6.1.14 Интегралы, содержащие гиперболические функции	468
6.1.15 Некоторые рекуррентные формулы	470
6.1.16 Некоторые неберущиеся интегралы	472
6.2 Определенный интеграл	473
6.2.1 Определение	473
6.2.2 Свойства определенных интегралов	474
6.2.3 Теорема Барроу	476
6.2.4 Замена переменных	476
6.2.5 Интегрирование по частям	476

6.2.6	Приближенное вычисление интегралов	476
6.2.7	Некоторые приложения определенного интеграла	477
§ 6.3	Двойной интеграл	479
6.3.1	Определение	479
6.3.2	Свойства двойных интегралов	480
6.3.3	Вычисление двойных интегралов	480
6.3.4	Некоторые приложения двойного интеграла	481
6.3.5	Геометрический смысл двойного интеграла	482
§ 6.4	Тройной интеграл	482
6.4.1	Определение	482
6.4.2	Сведение к повторному	483
6.4.3	Замена переменных	483
§ 6.5	Криволинейный интеграл	484
6.5.1	Криволинейный интеграл 1-го рода	484
6.5.2	Криволинейный интеграл 2-го рода	485
6.5.3	Связь криволинейных интегралов 1-го и 2-го рода	486
6.5.4	Некоторые приложения криволинейных интегралов	486
§ 6.6	Поверхностный интеграл	486
6.6.1	Поверхностный интеграл 1-го рода	486
6.6.2	Поверхностный интеграл 2-го рода	487
6.6.3	Связь поверхностных интегралов 1-го и 2-го рода	488
6.6.4	Сведение поверхностного интеграла 2-го рода к двойному интегралу	488
6.6.5	Формула Стокса	489
6.6.6	Формула Остроградского	489
Глава VII.	ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ	490
§ 7.1	Линейные обыкновенные дифференциальные уравнения и системы	490
7.1.1	Линейное неоднородное уравнение первого порядка	490
7.1.2	Линейное однородное уравнение первого порядка	490
7.1.3	Линейное однородное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами	490
7.1.4	Линейное неоднородное уравнение первого порядка с постоянными коэффициентами	491
7.1.5	Линейное однородное уравнение первого порядка с постоянными коэффициентами	492
7.1.6	Линейное неоднородное уравнение с постоянными коэффициентами	493

7.1.7 Линейная однородная система

д

дифференциальных уравнений

с постоянными коэффициентами 494

7.1.8 Линейная неоднородная система

дифференциальных уравнений

с постоянными коэффициентами 496

§ 7.2 Нелинейные дифференциальные уравнения 496

7.2.1 Уравнение с разделенными переменными 496

7.2.2 Уравнение с разделяющимися переменными 496

7.2.3 Уравнение в полных дифференциалах 496

7.2.4 Интегрирующий множитель 497

7.2.5 Однородное уравнение 497

7.2.6 Уравнение ряда $\frac{dy}{dx} = f\left(\frac{a_1x + b_1y + C_1}{ax + by + C}\right)$ 498

7.2.7 Уравнение Бернулли 498

7.2.8 Уравнение Риккати 498

7.2.9 Уравнение Лагранжа 498

Литература 499

Учебное издание

ФЕДУТА Александр Анатольевич
ЧИГАРЕВ Анатолий Власович
ЧИГАРЕВ Юрий Власович

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И МЕТОДЫ МАТЕМАТИКИ

Ответственный за выпуск *Аношко А. П.*
Корректор *Лунович Т.И.*
Технический редактор *Слесарчук Т. Н.*

Сдано в набор 15.05.2000. Подписано в печать 21.09.2000.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 29,0. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать офсетная. Тираж 1500. Заказ 280.

Налоговая льгота – Общегосударственный классификатор
Республики Беларусь ОКРБ 007-98, ч. 1; 22.11.20.100

УП “Технопринт”.
Лицензии ЛВ № 380, ЛП № 203.
220027, Минск, пр-т Ф.Скорины, 65, корп. 14,
тел. 231-86-93, 239-91-57.