

Obsah

I	Teorie měření	8
1	Základní problémy teorie měření	8
1.1	Úvod	8
1.2	Základní pojmy — od klasifikace k měření	9
1.2.1	Pojem M Ě Ř E N Í	13
1.3	Vývoj teorie měření	14
2	Reprezentační teorie měření	18
2.1	Historický vývoj měření	18
2.2	Abstraktní struktury	18
2.3	Relační systém	20
2.4	Škály a jejich typy	26
2.4.1	Základní problémy reprezenční teorie a škály:	28
2.4.2	Souhrn — interpretace	30
2.5	Typy škál a jejich klasifikace	32
3	Fyzikální veličina	37
3.1	Pojem F Y Z I K Á L N Í V E L I Č I N A	37
3.1.1	Maxwellova definice veličiny a jeho pojetí měření	39
3.2	Helmholzova teorie měření	40
3.3	Jednotky a jejich soustavy	41
3.3.1	Historická poznámka	41
3.4	Zavádění veličin	43
3.4.1	Problém měření v empirických vědách	44
4	Reálné fyzikální veličiny	45
4.1	Realizace veličin	45
4.1.1	Realizace ztělesněných měř.	46
4.2	Měření	50
4.2.1	Postuláty modelu měření	51
4.3	Základní problematika měření	55
4.3.1	Měření a jeho definice	55
4.3.2	Měření mikrofyzikálních objektů	58
4.3.3	Měření veličin statistického charakteru	58
4.3.4	Realizace měření	59
5	Reálný experiment	63
5.1	Systematika a plánování experimentu	63
5.1.1	Základní pojmy a problémy	63
5.1.2	Rozdělení experimentů	65

5.2	Experimentální schéma	66
5.2.1	Příklady konkrétních schémat	66
5.2.2	Organizace experimentální činnosti	74
6	Pojmy O B J E K T a S Y S T É M v teorii měření	85
6.1	Definice základních pojmů	85
6.2	Rozdělení systémů podle specifikace	86
6.3	Systémový přístup	87
6.4	Řešení problému na základě abstrakce	88
6.5	Dekompozice a kompozice systému	89
7	Modely a modelování	90
7.1	Úvod do problematiky modelů	90
7.2	Základní pojmy	91
7.2.1	Zákon, model, hypotéza	91
7.2.2	Kybernetika a modelování	96
7.3	Vývoj modelování	96
7.4	Klasifikace modelů	97
7.5	Etapy vytváření modelů	100
7.6	Matematické a fyzikální modely	102
7.7	Tvorba matematicko-fyzikálního modelu	103
7.8	Odchyłky modelů od reality	104
II	Zpracování měření	106
8	Smysl a principy statistického zpracování fyzikálně-technických měření	106
9	Charakteristiky statistického souboru	110
9.1	Účel statistiky	110
9.2	Rozdělení náhodné veličiny a její distribuční funkce	111
9.2.1	Důvod pro zavedení charakteristik	112
9.3	A) Charakteristiky momentového typu	113
9.3.1	Charakteristiky (momenty) podle řádu k	114
9.4	Fyzikální rozměr charakteristik	116
9.5	B) Charakteristiky nemomentového typu	117
9.5.1	Střední hodnoty (míry polohy) – průměry a neprůměry	117
9.5.2	Neprůměry	118
9.5.3	Střední hodnoty extrémních hodnot	118
9.5.4	Průměry	122
9.5.5	Souvislosti mezi p r ů m ě r y a m o m e n t y	123
9.5.6	Kvantily, medián a modus	125

9.5.7	Grafické porovnání vztahů mezi charakteristikami	127
10	Funkční charakteristiky náhodné veličiny	128
10.1	Normální (Gaussovo) rozdělení	128
10.1.1	Normální rozdělení jako model	130
10.2	Studentovo rozdělení	131
10.2.1	Použití tabulek t-rozdělení	133
10.3	Problémy normality výsledků měření	133
11	Některá rozdělení pravděpodobností náhodných veličin	137
11.1	Poznámky k aplikaci rozdělení pravděpodobností náhodných veličin	143
12	Vliv extrémních hodnot	146
12.1	Cenzura vstupních hodnot	146
12.2	Kvantily pro odstranění extrémů u symetrických rozdělení	146
13	Systematizace funkcí rozdělení	148
13.1	Pearsonova soustava	148
13.2	Johnsonova soustava	154
13.3	Burrova soustava	155
III	Regresní analýza a charakteristiky	156
14	Lineární regresní analýza	156
14.1	Regresní analýza	156
14.1.1	Úvodní úvahy	156
14.1.2	Vymezení problematiky	157
14.1.3	Etapy regresní analýzy	158
14.1.4	Výběr kritéria regrese — problém nejlepší shody	159
14.1.5	Výběr typu aproximační funkce	161
14.2	Metoda nejmenších čtverců	162
14.2.1	Formulace problému	162
14.2.2	Určování regresních parametrů (koeficientů)	163
14.2.3	Reziduální součet čtverců — odhad rozptylu $\hat{s}$	165
14.3	Použití aproximační funkce — polynom	166
14.4	Konfidenční pás	167
14.5	Regrese funkce s více nezávislými proměnnými	168
14.6	Linearizace funkcí	170
14.6.1	Váha transformované funkce	170
14.6.2	Některé linearizovatelné funkce	170
14.7	Použití ortogonálních funkcí	174
14.7.1	Využití ortogonálních funkcí při metodě nejmenších čtverců	174

14.7.2	Konstrukce ortogonální soustavy funkcí k danému souboru měření	177
14.7.3	Některé používané ortogonální soustavy	180
14.8	Linearizace aproximační funkce Taylorovým rozvojem	184
14.9	Funkce, které jsou lineární ve všech parametrech s výjimkou malého počtu parametrů	187
14.10	Vyrovnaní souboru naměřených hodnot přímkou	188
15	Odlehle hodnoty, charakteristiky polohy a rozptýlení	190
15.1	Odlehle hodnoty	190
15.1.1	Eliminace vlivu odlehlých hodnot	191
15.2	Přibližné odhady základních charakteristik	191
15.2.1	Přibližný odhad střední hodnoty	192
15.2.2	Přibližný odhad směrodatné odchylky	193
15.3	Odhady empirické funkce rozdělení, distribuční funkce a momentů	193
15.3.1	Metoda s použitím tříd	193
15.3.2	Metoda založená na Pearsonově soustavě	197
16	Problémy normality – shrnutí	199
IV	Přístroje a měření — aplikace	201
17	Měřicí přístroje, jejich nejistoty a chyby	201
17.1	Základní úvahy	201
17.2	Závislost měřicích nejistot a chyb	202
17.3	Statické a dynamické nejistoty a chyby	202
18	Analogové měřicí přístroje	203
19	Digitální měřicí přístroje:	205
20	Způsoby vyjádření nejistoty	209
20.1	Třída přesnosti	210
21	Vnější vlivy na přesnost měření	212
21.1	Vztažné podmínky	212
21.2	Vliv připojení měřicího přístroje na přesnost měření	213
21.3	Nejčastější zdroje nejistot a chyb	214
21.4	Některé nejčastější chyby při odečítání z měřidel	215
21.5	Analogová či digitální měřidla resp. analogové či digitální ciferníky	215

Závěr	217
Literatura	218
Rejstřík	229

Seznam obrázků

1	Škály — homomorfní přiřazení teploty.	29
2	Schéma experimentu — ČÁST 1	69
3	Schéma experimentu — ČÁST 2	70
4	Schéma experimentu — ČÁST 3	71
5	Schéma experimentu — ČÁST 4	72
6	Schéma experimentu (komplexu experimentů)	73
7	Schéma vlivu modelů	105
8	Vzorkování funkce $u = f(t)$	108
9	Rozložení středních hodnot na číselné ose	120
10	a) koeficient šikmosti A b) koeficient excessu (špičatosti) B . . .	127
11	Frekvenční funkce $\varphi(x)$ normálního rozdělení	129
12	Frekvenční funkce $\varphi(x)$ useknutého rozdělení	131
13	Geometrický význam kvantilu	134
14	Geometrický význam mezikvantilového rozpětí	134
15	Typy křivek Pearsonovy soustavy	152
16	Grafické znázornění $\mathbf{B} = f(\mathbf{A}^2)$	153
17	Aproximace funkce	159
18	Schéma lichoběžníkového pravidla	183
19	Histogram četnosti	195
20	Zubová vůle	204
21	Vzorkování a kvantování signálů	208

Seznam tabulek

1	Schéma experimentu.	68
2	Schéma pro určení stupně aproximačního polynomu	167
3	Tabulka pro hodnocení odlehklých hodnot.	191
4	Hodnoty indexů j, k pro odhad střední hodnoty.	192
5	Tabulka pro výpočet odhadu směrodatné odchylky.	193
6	Doporučený počet tříd q	194