

УДК 519.242
ББК 22.172
С 13

Сагдеев Д. И.

Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента : учебное пособие / Д. И. Сагдеев; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2016. – 324 с.

ISBN 978-5-7882-2010-9

Содержит основы научных исследований, методологию и технологии теоретических и экспериментальных исследований, а также способы организации научного эксперимента.

Предназначено для магистров 1,2 курса очной формы обучения, изучающих дисциплину «Основы научных исследований, организация и планирование эксперимента» по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование».

Подготовлено на кафедре вакуумной техники электрофизических установок.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета

Рецензенты: д-р техн. наук *К. Х. Гильфанов*
канд. техн. наук *Ф. Н. Дресвянников*

ISBN 978-5-7882-2010-9 © Сагдеев Д. И., 2016
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений	3
1. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ И ТВОРЧЕСТВА.....	7
1.1. Наука и ее роль в современном обществе	7
1.2. Определение сущности знания и познания	20
1.3. Процесс научного исследования	28
1.4. Основные методы исследований	32
1.5. Элементы теории и методологии научно-технического творчества	42
2. ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ И ЭТАПЫ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ. ОРГАНИЗАЦИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	47
2.1. Выбор направления научного исследования и этапы научно-исследовательских работ	47
2.2. Организация и обеспечение научных исследований. Обработка научной информации и научный документ	54
2.3. Информационный поиск. Традиционные информационно-поисковые языки	57
2.4. Общие принципы классификации	60
2.5. Библиотеки	64
2.6. Электронные информационно-поисковые системы	67
2.7. Deskriptorные информационно-поисковые языки. Понятие тезауруса	71
2.8. Организация научно-исследовательской работы в Российской Федерации	80
2.9. Организация научных исследований на факультете и кафедре	82
3. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	83
3.1. Цели и задачи теоретического исследования	84
3.2. Общенаучные методы теоретических исследований	86
3.3. Методы творческого мышления	88
3.4. Математические методы в исследованиях	91
4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	95
4.1. Классификация, типы и задачи эксперимента	95
4.2. Методика проведения эксперимента	104
4.3. Обработка результатов эксперимента	108

5. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	109
5.1. Основные понятия и определения метрологии	110
<i>Основные положения теории погрешностей</i>	117
<i>Систематические погрешности</i>	121
<i>Случайные погрешности</i>	125
5.2. Характеристики случайных величин. Функция распределения случайной величины	126
<i>Некоторые характеристики случайных величин</i>	137
5.3. Распределения случайных величин	146
<i>Нормальное распределение</i>	146
<i>Распределение Стьюдента</i>	151
<i>χ^2 распределение</i>	153
<i>Распределение Фишера</i>	155
5.4. Общие сведения об оценке погрешностей	157
5.5. Прямые измерения с многократными наблюдениями	157
<i>Алгоритм вычислительных операций</i>	158
<i>Правила оценки аномальности результатов наблюдений</i>	160
<i>Критерии оценки аномальности результатов наблюдений при неизвестном генеральном среднем квадратическом отклонении σ и неизвестном генеральном среднем m</i>	163
<i>Оценка для параметров нормального распределения</i>	163
5.6. Косвенные измерения с многократными наблюдениями	164
<i>Метод линеаризации</i>	164
<i>Оценка параметров случайной погрешности результата измерения при нелинейной зависимости измеряемой величины от измеряемых аргументов</i>	168
<i>Оценка параметров неисключенных остатков систематических погрешностей результата измерения при нелинейной зависимости измеряемой величины от измеряемых аргументов</i>	168
<i>Общая погрешность результата измерения</i>	170
<i>Формы представления результата измерения</i>	172
<i>Метод приведения</i>	173
<i>Метод перебора</i>	173
6. ОСНОВЫ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА	174
6.1. Основы регрессионного анализа	174
6.2. Проверка однородности дисперсий воспроизводимости ординат измеряемой функции	175

<i>Критерий Кокрена</i>	175
<i>Критерий Бартлетта</i>	176
6.3. Определение и оценка параметров уравнения регрессии по результатам экспериментальных исследований	178
6.4. Оценка доверительного интервала (коридора ошибок) для искомой функциональной зависимости	181
7. МЕТОДЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА	183
7.1. Современные методы подхода к экспериментально-статистическому исследованию и оптимизации сложных многокомпонентных систем	183
7.2. Методы планирования экстремальных экспериментов	187
<i>Полный факторный эксперимент.</i>	188
7.3. Планирование эксперимента при изучении диаграмм "Состав-свойство"	192
7.4. Планирование экспериментов, цели и задачи	192
7.5. Особенности исследования многокомпонентных систем	193
7.6. Модели и план-матрицы "Состав-свойство"	195
7.7. Алгоритм статистической проверки данных	196
<i>Проверка воспроизводимости экспериментов</i>	196
<i>Определение генеральной дисперсии значений функции отклика</i>	196
<i>Проверка адекватности модели</i>	197
7.8. Планирование эксперимента для исследования и оптимизации сложных систем с ограничениями на переменные	199
<i>Планирование эксперимента при изучении диаграмм "Состав-свойство" методом симплексных решеток</i>	199
<i>Планирование эксперимента методом "псевдокомпонентов" на диаграммах "Состав-свойство"</i>	203
<i>Планирование с предварительной трансформацией симплексной подобласти</i>	206
8. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ДИССЕРТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	209
8.1. Составление отчетов о научно-исследовательской работе	209
8.2. Подготовка научных материалов к опубликованию в печати	215
9. ОСОБЕННОСТИ ДИССЕРТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	219
9.1. Наука как социальный институт	219
9.2. Черты научного исследования	222
9.3. Наука и диссертационные исследования	224
9.4. Выбор учебного заведения, области исследования, научного руководителя	225

9.5. Особенности обучения в аспирантуре	229
9.6. Методические формы диссертаций	232
9.7. Постановка задачи исследований	233
9.8. Выбор темы диссертации	238
9.9. Выбор наименования диссертации	238
9.10. Характеристика кандидатской диссертации	245
9.11. Характеристика докторской диссертационной работы	248
9.12. Планирование работы	256
9.13. Библиографический поиск литературных источников	257
9.14. Работа с научной литературой	261
9.15. Основные требования к диссертациям. Понятие актуальности и "диссертательности" научной работы	263
9.16. Научная новизна диссертационного исследования	268
9.17. Полезность результатов диссертации	270
9.18. Достоверность результатов исследований	271
10. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ДИССЕРТАЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	273
10.1. Общие требования к диссертационной работе	273
10.2. Возможная структура кандидатской диссертации и содержание ее разделов	274
10.3. Построение теоретических положений диссертации	279
10.4. Формулирование научных выводов	282
10.5. Подготовка и проведение предварительной экспертизы диссертационной работы	283
10.6. Требования к автореферату. Структура автореферата	285
10.7. Пример выполнения в автореферате общей характеристики работы	288
10.8. Доклад результатов диссертационной работы	292
<i>Примерный перечень вопросов диссертанту на защите</i>	295
10.9. Публикация основных результатов исследований	296
<i>Тезисы докладов, выступлений, научные статьи</i>	296
<i>Методические рекомендации и программы учебных курсов</i>	297
<i>Учебное пособие, учебник</i>	299
<i>Монография</i>	299
<i>Депонирование научной разработки</i>	299
<i>Соавторство</i>	300
<i>Учет объема опубликованных работ</i>	300
ЛИТЕРАТУРА	302
ПРИЛОЖЕНИЯ	304