

М. М. Кане

ОСНОВЫ исследований, изобретательства и инновационной деятельности в машиностроении

Утверждено

*Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебника для студентов учреждений
высшего образования по специальностям*

«Технология машиностроения»,

*«Оборудование и технологии высокоэффективных
процессов обработки материалов»,*

«Автоматизация технологических процессов

и производств (машиностроение и приборостроение)»



Минск
«Вышэйшая школа»
2018

Кане, М. М. Основы исследований, изобретательства и инновационной деятельности в машиностроении : учебник для вузов / М. М. Кане. — Минск : Вышэйшая школа, 2018. — 365, [1] с. : ил. — Библиогр. в конце глав.

УДК 621:001.891(075.8)

ББК 34

Абонемент №1 — 12 экз.

Чит. зал № 1 — 3 экз.

Рассмотрены задачи, виды и методы научных исследований, основные положения теории ошибок, корреляционного и регрессионного анализа, планирования и обработки результатов одно- и многофакторного экспериментов, методы измерений некоторых физико-механических и эксплуатационных свойств материалов, деталей, инструментов и технологических систем, статистические методы анализа точности и стабильности технологических процессов. Показаны основные методы инженерного творчества, принципы функционально-физического анализа технических объектов, различные методы изобретательства (мозговая атака, морфологический анализ, функционально-стоимостной анализ, ТРИЗ). Даны основные понятия патентоведения. Описаны цели, методы, организационные формы, основы экономики инновационной деятельности.

Для студентов учреждений высшего образования машиностроительных специальностей, научных и технических специалистов в области машиностроения.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Раздел I. ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ	4
Глава 1. Задачи, виды и методы научных исследований. Эксперимент как предмет исследования	4
1.1. Знание, наука, инновации, технический прогресс	4
1.2. Классификация научно-исследовательских работ и методов их организации	5
1.3. Основные методы научных исследований	6
1.4. Разновидности и задачи экспериментальных исследований. Общая схема эксперимента	9
1.5. Классификация переменных в технологических экспериментах	11
Глава 2. Экспериментальные ошибки и методы их оценки	13
2.1. Основные сведения об измерениях	13
2.2. Классификация погрешностей измерений	15
2.3. Методы учета и исключения систематических ошибок	16
2.4. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики, необходимые для анализа случайных ошибок измерений	18
2.4.1. Основные понятия теории вероятностей	18
2.4.2. Основные понятия математической статистики	26
2.5. Методы оценки случайных ошибок измерений	29
2.6. Математическая обработка результатов прямых измерений	30
2.7. Математическая обработка результатов косвенных измерений	32
2.8. Ошибки измерений и организация исследований, запись результата	34
2.9. Оценка результатов, содержащих резко выделяющиеся опытные данные	36
Глава 3. Основы корреляционно-регрессионного анализа	37
3.1. Основные понятия, задачи, предпосылки, методы проверки их соблюдения	37
3.2. Метод наименьших квадратов	42
3.3. Оценка достоверности результатов	45
Глава 4. Планирование и обработка результатов однофакторного эксперимента	49
4.1. Выбор интервалов между экспериментальными уровнями факторов и порядка проведения опытов	49
4.2. Типы однофакторных экспериментов	50
4.3. Методы рандомизации внешних условий	51
Глава 5. Планирование и обработка результатов многофакторного эксперимента	54
5.1. Полный факторный план	54
5.1.1. Основные преимущества и условия выполнения	54
5.1.2. Полный факторный план типа 2^k	57
5.1.3. Расчет параметров математической модели	59
5.2. Дробный факторный план	61
5.3. Порядок составления плана первого порядка и обработка результатов эксперимента	63
5.4. Понятие о планах второго порядка	64

5.4.1. Ортогональное центральное композиционное планирование	65
5.4.2. Ротатабельный план	66
5.5. Задачи и методы оптимизации при планировании экспериментов	67
5.6. Крутое восхождение по поверхности отклика	71

Глава 6. Основы измерений и исследований физико-механических свойств материалов и деталей машин

6.1. Измерения твердости и микротвердости	73
6.2. Изучение наклепа поверхностного слоя деталей машин	79
6.3. Изучение макро- и микроструктуры металлов	81
6.3.1. Задачи и методы изучения структуры металлов	81
6.3.2. Изучение макроструктуры металлов	90
6.3.3. Изучение микроструктуры металлов	96
6.4. Методы анализа остаточных напряжений в деталях машин	104
6.4.1. Общие сведения	104
6.4.2. Классификация и характеристики методов определения остаточных напряжений	105
6.4.3. Основы применения некоторых механических методов определения остаточных напряжений	112
6.5. Испытания на растяжение-сжатие	117
6.5.1. Задачи и методы испытаний материалов на растяжение-сжатие	117
6.5.2. Машины и приборы для определения механических свойств материалов при статическом нагружении	119
6.6. Методы измерений характеристик шероховатости и отклонений формы поверхностей	121
6.6.1. Общие сведения	121
6.6.2. Оптические методы измерения параметров шероховатости	122
6.6.3. Щуповой метод измерения параметров шероховатости	124
6.7. Измерения погрешностей формы и расположения поверхностей	126
6.7.1. Измерение некруглости	126
6.7.2. Измерение непрямолинейности и неплоскостности	128

Глава 7. Основы изучения эксплуатационных свойств деталей машин и режущих инструментов

7.1. Испытания на трение и износ	130
7.1.1. Основные понятия трибологии	130
7.1.2. Методы измерения износа	137
7.1.3. Стандартизованные методы испытаний на трение и износ	141
7.1.4. Оборудование для триботехнических испытаний	141
7.1.5. Ускоренные испытания на трение и износ	142
7.2. Сопротивление усталости и методы его оценки	144
7.2.1. Общие сведения	144
7.2.2. Испытания на усталость	146
7.3. Изучение стойкости режущих инструментов	154
7.3.1. Износ и разрушение режущих инструментов при резании	154
7.3.2. Проявление износа режущего инструмента	155
7.3.3. Характер протекания износа инструментов во времени	156
7.3.4. Критерии затупления инструмента	157
7.3.5. Диагностика состояния режущего инструмента в процессе обработки	162
7.3.6. Влияние различных факторов на стойкость инструмента	163
7.4. Изучение обрабатываемости материалов резанием	164

7.4.1. Понятия и характеристики обрабатываемости	164
7.4.2. Способы определения обрабатываемости материалов	165
Глава 8. Статистические методы анализа точности и стабильности механической обработки деталей машин	170
8.1. Погрешности механической обработки	170
8.2. Понятие о точности и стабильности технологического процесса. Теоретические диаграммы точности обработки	171
8.3. Методы оценки точности и стабильности обработки	174
8.4. Задачи и методы статистического анализа точности и стабильности обработки	175
8.5. Законы распределения показателей точности механической обработки	175
8.6. Экспериментальная оценка распределения показателей точности обработки	181
8.7. Организация эксперимента при исследовании точности и стабильности обработки	186
8.8. Статистическая оценка точности технологического процесса	187
8.9. Статистическая оценка стабильности технологического процесса	193
8.10. Статистические методы исследования влияния различных факторов на точность и стабильность обработки	195
8.10.1. Метод статистической проверки гипотез	196
8.10.2. Дисперсионный анализ	197
8.10.3. Анализ временных рядов и случайных последовательностей	200
Список литературы	206
Раздел II. ОСНОВЫ ИЗОБРЕТАТЕЛЬСТВА	210
Глава 9. Технический прогресс и инженерное творчество. Основные понятия техники	210
9.1. Значение методов интенсификации инженерного творчества	210
9.2. История развития методов инженерного творчества	211
9.3. Классификации методов инженерного творчества	214
9.4. Технический объект и технология	216
9.5. Методы описания технических объектов	216
9.6. Последовательность решения задач поиска и выбора проектно-конструкторских решений	220
9.7. Технический объект и окружающая среда	222
9.8. Требования к техническому объекту. Критерии развития, показатели качества, список недостатков	223
9.9. Виды моделей технических объектов. Понятие о законах и закономерностях техники	224
Глава 10. Функционально-физический анализ технических объектов	226
10.1. Построение конструктивной функциональной структуры технических объектов, технологического процесса, материала	226
10.2. Построение потоковой функциональной структуры	228
10.3. Описание физического принципа действия технического объекта	231
Глава 11. Методы мозговой атаки	234
11.1. История и психологические основы методов мозговой атаки	234
11.2. Метод прямой мозговой атаки	236
11.3. Метод обратной мозговой атаки	239
11.4. Комбинированное использование методов мозговой атаки	241

Глава 12. Морфологический анализ	242
12.1. Сущность метода и последовательность его реализации	242
12.2. Составление морфологических таблиц	243
12.3. Выбор наиболее эффективных технических решений	246
12.4. Пример решения задачи с помощью морфологического анализа	248
12.5. Преимущества и недостатки метода	253
Глава 13. Функционально-стоимостной анализ (ФСА) технических объектов	254
13.1. История возникновения, особенности и задачи ФСА	254
13.2. Последовательность проведения ФСА, подготовка к его выполнению	257
13.3. Сбор и анализ информации об объекте ФСА	259
13.4. Поиск и исследование улучшенных проектно-конструкторских решений	264
13.5. Разработка и внедрение результатов ФСА	265
13.6. Методический пример применения ФСА	265
Глава 14. Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ)	269
14.1. Основные понятия	269
14.2. Теоретические основы ТРИЗ	275
14.3. Методы и средства, применяемые в ТРИЗ	278
14.4. Рекомендации по использованию методов ТРИЗ	281
Глава 15. Основные положения охраны объектов интеллектуальной собственности	283
15.1. Основные понятия	283
15.2. Правовая защита изобретений, полезных моделей и промышленных образцов	286
15.3. Оформление заявки на выдачу патента на объект промышленной собственности и ее экспертиза	293
15.4. Патентные исследования. Понятие и цели патентных исследований	298
15.5. Влияние объектов интеллектуальной собственности на развитие экономики	303
Список литературы	308
Раздел III. ОСНОВЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В МАШИНОСТРОЕНИИ	310
Глава 16. ЦЕЛИ И МЕТОДЫ ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	310
16.1. Основные понятия	310
16.2. Виды инноваций	312
16.3. Инновации как основа технологического развития общества и устойчивого развития экономики	314
16.4. Инновационный процесс: структура затрат, жизненный цикл	316
16.5. Задачи, виды и функции инновационного менеджмента и инновационного маркетинга	318
Глава 17. Организационные формы инновационной деятельности	332
17.1. Государственная инновационная политика	332
17.2. Кадровое обеспечение инновационной деятельности	335
17.3. Виды и особенности инновационных организаций	337
17.4. Организация научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в инновационной деятельности	343
	365

Глава 18. Основы экономики инновационной деятельности	347
18.1. Эффекты инновационной деятельности	347
18.2. Оценка эффективности инновационных организаций	350
18.3. Показатели эффективности инновационных проектов	352
18.4. Поиск, систематизация и анализ инновационных технологий, проектов, решений ...	357
Список литературы	360