

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого»

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты»

М. И. Михайлов

ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Учебное пособие

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
высших учебных заведений Республики Беларусь
по образованию в области машиностроительного
оборудования и технологий в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений, обучающихся
по специальности 1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»*

Гомель 2017

Михайлов, М. И. Основы научных исследований и инновационной деятельности : учебное пособие / М. И. Михайлов ; Министерство образования Республики Беларусь, Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого", Кафедра "Металлорежущие станки и инструменты". — Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. — 399 с. : ил., табл.

УДК 621.9:001.89(075.8)

ББК 34

Абонемент №1 — 19 экз.

ОСБиИР — 1 экз.

Чит. зал №1 — 3 экз.

Приведены методики исследований технологического оборудования и обработки их результатов. Даны основные принципы планирования экспериментов и обработки результатов. Раскрыты методы поиска новых инновационных решений в области металлообработки.

Для студентов машиностроительных специальностей вузов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	9
1. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	11
1.1. Сравнение эмпирических выборок.....	12
1.1.1. Выборки большого объема.....	12
1.1.2. Выборки небольшого объема.....	12
1.2. Выравнивание результатов эксперимента по законам распределения.....	15
1.2.1. Закон редких событий (Пуассона).....	15
1.2.2. Закон Вейбулла.....	16
1.2.3. Закон Гаусса.....	17
1.2.4. Закон равной вероятности	19
1.3. Анализ ошибок измерений.....	21
1.3.1. Методы оценки случайных ошибок измерений.....	23
1.3.2. Методы оценки систематических ошибок измерений	27
1.4. Математическая обработка результатов эксперимента	30
1.4.1. Обработка результатов прямых измерений.....	30
1.4.2. Обработка результатов косвенных измерений.....	33
1.5. Определение необходимого количества измерений.....	35
2. ТЕХНИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	37
2.1. Моделирование с использованием безразмерных критериев	37
2.2. Моделирование с использованием аналогий	39
2.2.1. Электрическая подсистема.....	39
2.2.2. Механические поступательная и вращательная подсистемы.....	40
2.2.3. Гидравлическая и пневматическая подсистемы	44
2.2.4. Тепловая подсистема	47
2.2.5. Формальное представление структуры объекта на макроуровне	49
2.2.6. Разнородные физические подсистемы	54
3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА	57
3.1. Основы регрессионного анализа	59
3.2. Оценка параметров регрессионной модели.....	62
3.3. Планы экспериментов и их свойства	66
3.3.1. План линейного вида.....	70
3.3.2. План полных факторных экспериментов.....	73
3.3.3. План дробных факторных экспериментов.....	81

3.4. Статистический анализ результатов активного эксперимента	85
3.4.1. Эксперименты с параллельными опытами	85
3.4.2. Отсевание грубых ошибок	86
3.4.3. Проверка однородности дисперсий.....	87
3.4.4. Дисперсия воспроизводимости эксперимента	88
3.5. Определение коэффициентов регрессионной модели и проверка их значимости	89
3.6. Проверка адекватности и работоспособности регрессионной модели.....	91
3.7. Регрессионный анализ результатов эксперимента на детерминированной теоретической модели	101
3.8. Получение математической модели на основе пассивного эксперимента.....	103
3.9. Порядок проведения экспериментов при оптимизации параметров....	107
3.9.1. Однопараметрическая оптимизация.....	107
3.9.2. Многопараметрическая оптимизация	109
3.9.2.1. Метод сеток.....	110
3.9.2.2. Метод наискорейшего спуска (подъема)	111
3.9.2.3. Метод прогнозируемого шага	112
4. МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ	114
4.1. Методика исследования контактных площадей опорных поверхностей.....	114
4.2. Методика исследования контактной жесткости	117
4.3. Методика исследования статической точности сборного резца оптическими измерениями	119
4.4. Методика исследования точности позиционирования стола станка.....	122
4.5. Методика исследования передачи «винт–гайка».....	123
4.5.1. Исследование кинематической погрешности.....	123
4.5.2. Исследование статической точности передачи «винт–гайка» скольжения	124
4.5.3. Исследование передачи «винт–гайка» качения	125
4.5.4. Методика определения КПД передачи «винт–гайка»	127
4.5.5. Оценка погрешности экспериментов	128
4.6. Методика исследования виброустойчивости оборудования.....	131
4.6.1. Средства измерения параметров динамической системы станков	131
4.6.2. Экспериментальные методы исследования виброустойчивости станков	139

4.7. Методика исследования внутренних напряжений базовых элементов станков	146
4.7.1. Метод деформируемых сеток.....	146
4.7.2. Поляризационно-оптический метод.....	147
4.7.3. Спекл-анализ.....	150
4.7.4. Голографический метод.....	151
4.7.5. Метод хрупких покрытий.....	152
4.7.6. Метод муаровых полос	152
4.8. Методы исследования свойств композиционных материалов	152
4.9. Методы исследования состава и свойств поверхностных слоев деталей	156
5. ИННОВАЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЦЕСС	162
5.1. Сущность и содержание понятия «инновация»	162
5.2. Виды технических задач и проблемы при их решении.....	164
5.2.1. Метод преобразования условий задачи	168
5.2.2. Анализ противоречий при решении технических задач	168
5.3. Алгоритм решения задач с анализом противоречий	178
5.4. Структурный анализ технических объектов	180
5.4.1. Генетический подход	180
5.4.2. Структурный подход.....	181
5.4.3. Метод функционального анализа объектов.....	182
5.4.4. Построение конструктивной функциональной структуры технического объекта.....	187
5.5. Коллективные методы поиска новых решений.....	199
5.5.1. Метод прямой мозговой атаки	199
5.5.2. Метод обратной мозговой атаки	202
5.5.3. Комбинированные методы мозговой атаки	205
5.6. Методы индивидуального поиска новых решений	209
5.6.1. Метод синектики	209
5.6.2. Методы аналогии.....	210
5.6.3. Символьный метод	219
5.6.4. Метод системного анализа	221
5.6.5. Фразеологические методы.....	226
5.6.6. Метод превращения незнакомого в знакомое и наоборот	232
5.6.7. Морфологический подход к анализу и синтезу объектов.....	237
5.6.8. Метод инверсии	246
5.6.9. Метод маленьких человечков	248
5.6.10. Использование систем «элемент–поле–элемент»	249
5.6.11. Анализ ЭПЭ систем.....	268
5.6.12. Физико-технические эффекты	272
5.6.13. Математические эффекты	273

5.6.14. Использование эффектов изменения расположения	292
5.6.15. Задачи на обнаружение и измерение свойств объекта	295
5.6.16. Метод отрицания и конструирования	297
5.7. Использование законов и закономерностей строения и развития технических систем	298
5.7.1. Закон увеличения степени идеальности технических объектов	299
5.7.2. Закономерность стадийного развития	302
5.7.3. Закономерность свертывания–развертывания технической системы	305
5.7.4. Закономерность взаимосвязанного и неравномерного развития	308
5.7.5. Закономерность спирального развития техники	308
5.7.6. Принцип соответствия функции и структуры	309
5.7.7. Принцип энергетической проводимости	314
5.7.8. Принцип согласования–рассогласования	316
5.7.9. Принцип симметрии	319
5.8. Решение исследовательских задач	323
5.8.1. Выявление и прогнозирование нежелательных эффектов и явлений в конструкциях и технологиях	325
5.8.2. Особенности задач синтеза	327
5.9. Цели и методы инновационной деятельности	332
5.9.1. Законодательство Республики Беларусь в области инноваций	334
5.9.2. Критерии инноваций	337
5.9.3. Организация инновационной деятельности	337
5.9.4. Этапы инновационной деятельности на предприятии	340
5.9.5. Оценка эффективности инноваций	343
5.9.6. Инвестирование инновационной деятельности	345
Литература	355
Приложения	358