

-500429-

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ

ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОНАВИГАЦИИ



А. Т. Калужный



E.LANBOOK.COM

А. Т. КАЛЮЖНЫЙ

ОСНОВЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОНАВИГАЦИИ

Учебное пособие

Издание второе, стереотипное



ЛАНЬ

• САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР •
• 2024 •

УДК 631.3
ББК 40.72я73

К 17 **Калюжный А. Т.** Основы сельскохозяйственной электронавигации : учебное пособие для вузов / А. Т. Калюжный. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 180 с. : ил. — Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-507-47396-0

В книге приводится обоснование сельскохозяйственной навигации как самостоятельного направления наземной навигации о методах и средствах определения параметров движения и управления движением самоходных сельскохозяйственных машин и машинно-тракторных агрегатов. Рассматриваются вопросы построения электроиндукционных и электромеханических навигационных приборов для программирования требуемых и определения фактических траекторий движения сельскохозяйственных машин на гоне и поворотной полосе.

Книга предназначена для студентов инженерных специальностей, преподавателей и аспирантов аграрных вузов. Может быть полезна специалистам в области автоматизации мобильных процессов растениеводства.

УДК 631.3
ББК 40.72я73

Обложка
П. И. ПОЛЯКОВА

- © Издательство «Лань», 2024
- © А. Т. Калюжный, 2024
- © Издательство «Лань»,
художественное оформление, 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Тема 1. ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЗАЦИИ РАСТЕНИЕВОДСТВА	4
1.1. Роль и место растениеводства в жизни людей	4
1.2. Условия труда трактористов-машинистов	4
1.3. Современная тенденция решения проблемы дефицита кадров	5
1.4. Перспективы автоматизации управления движением МТА	7
1.5. Краткие выводы по теме № 1	9
Литература по теме № 1	11
Тема 2. СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАВИГАЦИИ	12
2.1. Предмет и задачи навигации	12
2.2. Классификация направлений навигации	14
2.3. Методы определения координат МТА	16
2.4. Агротехнические требования к методам и средствам местоопределения МТА	17
2.5. Навигационные системы координат	19
2.6. Краткие выводы по теме № 2	22
Литература по теме № 2	24
Тема 3. ПРОГРАММИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ МТА	25
3.1. Понятие о ведущей точке МТА	25
3.2. Понятие о направляющей поверхности	25
3.3. Принципы программирования требуемых траекторий МТА	27
3.4. Программирование траектории перемещением направляющей поверхности	28
3.5. Программирование траектории положением ведущей точки	28
3.6. Краткие выводы по теме № 3	31
Литература по теме № 3	32
Тема 4. МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ ТОКОНЕСУЩИХ ПРОВОДОВ	33
4.1. Магнитное поле бесконечно длинного провода	33
4.2. Магнитное поле токонесущего провода конечной длины	37
4.3. Магнитное поле тока заземлителей	40

4.4. Магнитное поле двух параллельных проводов с синфазными токами.....	40
4.5. Магнитное поле двух проводов с противофазными токами	42
4.6. Квазиволновое магнитное поле	43
4.7. Магнитное поле прямоугольной петли	44
4.8. Краткие выводы по теме № 4.....	46
Литература по теме № 4	47
Тема 5. МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ СТАЦИОНАРНЫХ ИНДУКТОРОВ.....	48
5.1. Магнитные поля индукторов с коммутируемыми проводами	48
5.2. Некоммутируемые индукторы с синфазными токами.....	52
5.3. Индукторы с противофазными токами проводов	54
5.4. Магнитное поле параллельно-последовательного индуктора.....	55
5.5. Многопетлевой последовательно-параллельный индуктор.....	56
5.6. Краткие выводы по теме № 5	58
Литература по теме № 5	58
Тема 6. МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ МОБИЛЬНЫХ ИНДУКТОРОВ.....	60
6.1. Магнитное поле круговой рамки в сферической системе координат	60
6.2. Магнитное поле рамки в прямоугольной системе координат.....	62
6.3. Проекция вектора напряженности на произвольное направление	64
6.4. Уравнение магнитных силовых линий.....	66
6.5. Магнитное поле квадратной рамки	67
6.6. Некоторые области применения мобильных магнитных полей.....	68
6.7. Краткие выводы по теме № 6.....	69
Литература по теме № 6	69
Тема 7. ВЛИЯНИЕ ЗЕМЛИ НА НАВИГАЦИОННЫЕ МАГНИТНЫЕ ПОЛЯ.....	71
7.1. Электромагнитные свойства земли	71
7.2. Первичное, вторичное и нормальное магнитные поля	72
7.3. Магнитные числа магнитных полей.....	77
7.4. Моделирование переменных магнитных полей	79

7.5. Активное сопротивление подземных проводов	79
7.6. Обсуждение темы.....	81
7.7. Краткие выводы по теме № 7	81
Литература по теме № 7	82
Тема 8. ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННЫЕ МЕТОДЫ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ МТА.....	83
8.1. Содержание индукционных методов местоопределения МТА.....	83
8.2. Дальномерные методы местоопределения	85
8.3.Одноточечные амплитудно-фазные методы местоопределения.....	85
8.3.1. Местоопределение по вертикальной составляющей магнитного поля.....	85
8.3.2.Чувствительность метода	88
8.3.3. Влияние ориентационных помех	88
8.3.4. Ширина рабочей зоны и зоны захвата провода	89
8.3.5. Концевой эффект метода	89
8.3.6. Корректировка траектории по результатам вычислений.....	90
8.3.7. Двухуровневый метод местоопределения.....	90
8.4. Реализация двухуровневого метода	92
8.5. Компенсация магнитных полей на поворотных полосах	93
8.6. Двухточечный разностно-амплитудный метод местоопределения по вертикальной составляющей магнитного поля	93
8.7. Двухточечный разностно-амплитудный метод местоопределения по модулю H_z	95
8.8. Одноточечный разностно-амплитудный метод местоопределения в вертикальной плоскости ZOY.....	97
8.9. Разностно-амплитудный метод местоопределения по модулю горизонтальной составляющей магнитного поля.....	98
8.10. Измерение курсового угла.....	101
8.11. Обнаружение поворотной полосы.....	102
8.12. Краткие выводы по теме № 8	103
Литература по теме № 8	105
Тема 9. МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЕ МТА ПРИ ДУБЛЕРНОМ ВОЖДЕНИИ	106
9.1. Системы координат.....	106
9.2. Параметры взаимного положения МТА	106
9.3. Классификация методов	107

9.4. Местоопределение при движении шеренгой в плоскости рамки	108
9.5. Двухчастотный суммарно-амплитудный метод	111
9.6. Вычислительный метод	111
9.7. Местоопределение при движении МТА колонной в плоскости рамки разностно-амплитудным методом по модулю напряженности	112
9.8. Местоопределение в меридиональной плоскости рамки при движении МТА шеренгой	115
9.8.1. Местоопределение по модулю напряженности	115
9.8.2. Местоопределение по проекции вектора напряженности	116
9.8.3. Суммарно-амплитудный метод	116
9.9. Местоопределение в меридиональной плоскости при движении МТА колонной	116
9.9.1. Разностно-амплитудный метод местоопределения по модулю напряженности	117
9.9.2. Местоопределение по проекции вектора напряженности при $\theta = 0$	117
9.9.3. Местоопределение по модулю проекции вектора напряженности разностно-амплитудным методом при $\theta \approx 0$	120
9.9.4. Амплитудно-фазный метод местоопределения при $\theta = 0$	120
9.9.5. Амплитудно-фазный метод при $\theta = 90^\circ$	121
9.10. Инверсные методы определения интервала	121
9.11. Измерение дистанции между лидером и дублером	122
9.12. Кинематическая траектория дублера при самоопределении	123
9.13. Кинематическая траектория дублера при иноопределении	124
9.14. Кинематическая траектория дублера при комбинированном местоопределении	124
Краткие выводы по теме № 9	126
Литература по теме № 9	127

Тема 10. ПРИБОРЫ ЭЛЕКТРОИНДУКЦИОННОЙ НАВИГАЦИИ

10.1. Алгоритмы методов и устройств местоопределения	128
10.2. Расчет магнитных антенн	131
10.3. Датчик напряженности магнитного поля	136
10.4. Выпрямители	137

10.5. Аналоговые схемы сравнения электрических напряжений	140
10.6. Вычислитель курсового угла МТА.....	140
10.7. Определение угла бокового скольжения трактора.....	142
10.8. Выбор навигационного индуктора	142
10.9. Затухание тока проводов по длине гона	144
10.10. Фазовая скорость волны тока проводов.....	144
10.11. Индуктивное сопротивление проводов.....	146
10.12. Электропитание индуктора	147
10.13. Расчет некоммутируемого индуктора	150
10.14. Индуктор с распределенными параметрами.....	152
10.15. Дистанционное управление движением МТА.....	153
Краткие выводы по теме № 10.....	154
Литература по теме № 10.....	154
Тема 11. ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКАЯ СЕЛЬХОЗНАВИГАЦИЯ	156
11.1. Предмет электромеханической сельхознавигации	156
11.2. Электромеханические устройства местоопределения МТА.....	156
11.3. Определение местоположения МТА на поворотной полосе	157
11.4. Курсоуказатель	161
11.5. Движение МТА по горизонталям склонов.....	162
11.6. Дальномерно-угломерный координатомер.....	164
11.7. Разностно-дальномерный координатомер	166
11.8. Вычислительный координатомер	166
Краткие выводы по теме № 11	167
Литература по теме № 11	168
Приложение 1.....	170
Приложение 2.....	172

Анатолий Тимофеевич КАЛЮЖНЫЙ
ОСНОВЫ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭЛЕКТРОНАВИГАЦИИ
Учебное пособие
Издание второе, стереотипное

Зав. редакцией ветеринарной
и сельскохозяйственной литературы *Т. В. Карпенко*

ЛР № 065466 от 21.10.97
Гигиенический сертификат 78.01.10.953.П.1028
от 14.04.2016 г., выдан ЦГСЭН в СПб

Издательство «ЛАНЬ»
lan@lanbook.ru; www.lanbook.com;
196105, Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, 1, лит. А.
Тел.: (812) 412-92-72, 336-25-09.
Бесплатный звонок по России: 8-800-700-40-71

Подписано в печать 22.11.23.
Бумага офсетная. Гарнитура Школьная. Формат 84×108 ¹/₃₂.
Печать офсетная/цифровая. Усл. п. л. 9,45. Тираж 30 экз.
Заказ № 930-23-1.

Отпечатано в полном соответствии
с качеством предоставленного оригинал-макета
в АО «Т8 Издательские Технологии».
109316, г. Москва, Волгоградский пр., д. 42, к. 5.