

История НТУ «ХПИ» в выдающихся личностях

$$, 4.74 \frac{\tau}{\pi}),$$

$$V_s, 4.74 \frac{\tau_s}{\pi}),$$

$$I_s \sin \lambda, 0).$$

# АВРАМОВ

Виталий Прокофьевич





U. P. [Signature]

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«Харьковский политехнический институт»

**АВРАМОВ**  
**Виталий Прокофьевич**

Монография

*Под общей редакцией д-ра техн. наук, проф. Е. Е. Александрова,  
канд. техн. наук Н. С. Ярмака*

Х а р ь к о в  
Підручник НТУ «ХПІ»  
2 0 1 3

УДК 623.438.2(3)  
ББК 68.513  
А21

Р е ц е н з е н т ы :

*Ю. М. Бусяк*, д-р техн. наук, проф., главный конструктор ГП «ХКБМ им. А. А. Морозова»,  
Заслуженный машиностроитель Украины, Лауреат Государственной премии Украины  
в области науки и техники

*О. К. Морачковский*, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой теоретической механики  
Национального технического университета «ХПИ»

Печатается по решению Ученого совета НТУ «ХПИ»  
(протокол № 5 от 31.05.2013 г.)

Представлені матеріали висвітлюють основні етапи науково-педагогічної діяльності д. т. н., проф. Аврамова Віталія Прокоповича - засновника наукової школи танкобудування України, першого завідувача кафедри колісних та гусеничних машин Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». В книгу увійшли основні наукові та навчально-методичні праці Віталія Прокоповича, які не втратили свого значення до теперішнього часу, спогади близьких йому людей та співробітників, фотодокументальні матеріали.

**Аврамов Віталій Прокоф'євич** : монографія / под общ. ред.  
А21 **Е.Е. Александрова, М. С. Ярмака**. - Х. : Изд-во «Підручник НТУ «ХПИ»,  
2013. - 388 с.: ил. - На рус. яз.

ISBN 978-966-2426-78-6

Представленные материалы освещают основные этапы научно-педагогической деятельности д. т. н., проф. Аврамова Виталия Прокофьевича - основателя научной школы танкостроения Украины, первого заведующего кафедры колесных и гусеничных машин Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». В книгу вошли основные научные и учебно-методические труды Виталия Прокофьевича, не потерявшие своего значения до настоящего времени, воспоминания близких ему людей и сотрудников, фотодокументальные материалы.

УДК 623.438.2(3)  
ББК 68.513

ISBN 978-966-2426-78-6

© Александров Е. Е., Ярмак Н. С., 2013  
© Изд-во «Підручник НТУ «ХПИ»», 2013

## Содержание

Страница нашей истории.....	3
<b>Основатель научной школы танкостроения Украины и выдающийся воспитатель отечественной технической элиты.....</b>	<b>4</b>
<b>ОСНОВЫ АВТОМАТИКИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН.....</b>	<b>9</b>
<b>Глава 1. Общие сведения о системах автоматического управления транспортных машин.....</b>	<b>9</b>
1.1. Краткий исторический очерк развития автоматики.....	9
1.2. Понятие об автоматическом регулировании.....	11
1.3. Автоматическое управление ступенчатой коробкой передач.....	13
1.4. Автоматическое управление сцеплением транспортных машин.....	16
1.5. Автоматическое регулирование угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания.....	19
1.6. Автоматическое управление бесступенчатой передачей транспортной машины.....	22
1.7. Автоматическое регулирование температуры охлаждающей жидкости двигателя внутреннего сгорания.....	26
1.8. Автоматическое управление бесступенчатым механизмом поворота транспортной машины.....	27
<b>Глава 2. Характеристики элементов и систем автоматического регулирования транспортных машин.....</b>	<b>29</b>
2.1. Элементы и звенья систем автоматического регулирования.....	29
2.2. Передаточные функции линейных динамических звеньев.....	32
2.3. Временные характеристики линейных звеньев.....	35
2.4. Частотные характеристики линейных звеньев.....	37
2.5. Динамические характеристики центробежного чувствительного элемента.....	39
2.6. Гидравлические сервомоторы.....	47
2.7. Двигатель внутреннего сгорания как элемент системы автоматического регулирования.....	52
2.8. Транспортная машина как элемент системы автоматического регулирования.....	55
2.9. Структурные схемы и передаточные функции систем автоматического регулирования.....	57
<b>Глава 3. Устойчивость и качество линейных систем автоматического регулирования транспортных машин.....</b>	<b>59</b>
3.1. Понятие устойчивости и качества линейных систем автоматического регулирования.....	59
3.2. Алгебраические критерии устойчивости.....	61
3.3. Критерий устойчивости Михайлова.....	63
3.4. Построение областей устойчивости в плоскости параметров регулятора.....	66
3.5. Критерий устойчивости Найквиста.....	69
3.6. Качество систем автоматического регулирования.....	71
<b>Глава 4. Нелинейные системы автоматического регулирования транспортных машин.....</b>	<b>74</b>
4.1. Основные нелинейности систем автоматического регулирования.....	74
4.2. Исследование устойчивости нелинейных систем автоматического регулирования по уравнениям первого приближения.....	75

4.3. Исследование устойчивости нелинейных систем автоматического регулирования при помощи второго метода Ляпунова.....	79
4.4. Метод гармонической линеаризации нелинейностей.....	80
4.5. Вычисление коэффициентов гармонической линеаризации.....	83
4.6. Определение амплитуды и частоты автоколебаний нелинейных систем.....	84
<b>Глава 5. Системы автоматического регулирования с цифровыми вычислительными машинами.....</b>	<b>89</b>
5.1. Цифровая вычислительная машина в контуре управления.....	89
5.2. Решетчатые функции и Z-преобразование решетчатой функции.....	91
5.3. Дискретная передаточная функция дискретного динамического звена.....	93
5.4. Дискретная передаточная функция замкнутой системы с цифровой вычислительной машиной в контуре управления.....	95
5.5. Устойчивость дискретных замкнутых систем автоматического регулирования.....	97
5.6. Исследование устойчивости дискретной системы автоматического управления вождением транспортной машины.....	98
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	
Приложение 1. Изображение по Лапласу функций времени.....	101
Приложение 2. Коэффициенты гармонической линеаризации основных нелинейных характеристик.....	102
Приложение 3. Z-преобразования решетчатых функций.....	103
Список литературы.....	104
<b>ДИНАМИКА ГУСЕНИЧНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ ПО НЕРОВНОСТЯМ.....</b>	<b>105</b>
<b>Глава 1. Дифференциальные уравнения плоских колебаний корпуса, характеристики подвесок.....</b>	<b>105</b>
1.1. Постановка задачи, обобщенные координаты.....	105
1.2. Некоторые кинематические соотношения.....	106
1.3. Реакции, действующие на опорные катки.....	118
1.4. Влияние натяжения гусеницы на реакции, действующие на крайние опорные катки.....	127
1.5. Гидропневматические подвески.....	133
1.6. Учет отрыва опорных катков от неровностей.....	142
1.7. Расчет усилий, действующих на направляющие и ведущие колеса при их утыкании в грунт или при пробивании подвески.....	144
1.8. Уравнения неровностей.....	147
1.9. Дифференциальные уравнения плоских колебаний корпуса гусеничной машины.....	152
1.10. Расчет температуры нагревания амортизатора.....	156
<b>Глава 2. Дифференциальные уравнения вынужденных колебаний корпуса в линейной постановке задачи.....</b>	<b>159</b>
<b>Глава 3. Вынужденные колебания корпуса гусеничной машины в линейном приближении с учетом вертикальных реакций, действующих на опорные катки.....</b>	<b>170</b>
3.1. Свободные плоские колебания корпуса машины без амортизаторов.....	174
3.2. Вынужденные колебания корпуса многоопорной машины при движении по синусоидальным неровностям в линейном приближении.....	177
3.3. Вынужденные колебания корпуса двухосной машины при движении по синусоидальным неровностям.....	179

<b>Глава 4. Задачи по расчету вынужденных колебаний корпуса гусеничной транспортной машины и характеристик подвесок при выполнении курсовой работы по ходовой системе по курсу «Теория колесных и гусеничных машин».....</b>	<b>185</b>
Список литературы.....	189

<b>ПРОХОДИМОСТЬ, ПОВОРОТ И ПОТЕРИ В ХОДОВОЙ СИСТЕМЕ ТРАНСПОРТНОЙ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ.....</b>	<b>190</b>
---	------------

<b>Глава 1. Проходимость гусеничной машины и потери в гусеничном двигателе.....</b>	<b>190</b>
1.1. Классификация грунтов и их механические свойства.....	190
1.2. Взаимодействие не деформируемого цилиндрического колеса с деформируемым грунтом.....	195
1.3. Деформация опорного участка гусеницы с резинометаллическими шарнирами (р.м.ш). Расчет буксования гусеницы.....	197
1.3.1. Расчет буксования гусеницы с открытыми или закрытыми шарнирами, если пренебречь ее продольной деформацией.....	200
1.3.2. Расчет буксования гусеницы с резинометаллическими шарнирами.....	203
1.4. Определение потерь мощности в гусеничном двигателе.....	206
1.5. Распределение давлений под опорными катками при движении гусеничной машины по однородному грунту и расчет натяжения гусеницы.....	210
1.5.1. Расчет натяжения свободных участков для гусеницы с открытыми или закрытыми шарнирами.....	213
1.5.2. Расчет натяжения свободного участка для гусеницы с резинометаллическими шарнирами.....	215
1.6. Задания для расчета проходимости гусеничной машины, потерь в гусеничном двигателе и нагруженности элементов ходовой системы.....	217
1.6.1. Расчет потери МОЩНОСТИ в гусеничном двигателе $N_{BK}$ , глубины колеи $Z_{0i}$ в зависимости от скорости движения машины в заданном диапазоне $(v_0, v_m)$ с интервалом $\Delta v$ для заднего ведущего колеса.....	218
1.6.2. Расчет потери мощности в зависимости от скорости движения машины в заданном диапазоне $(v_0, v_m)$ и интервалом $\Delta v$ для переднего ведущего колеса.....	218
1.6.3. Расчет буксования гусеницы $b$ в зависимости от силы тяги на крюке; расчет натяжения рабочего, свободного участков гусеницы и распределения давления по опорным каткам, в зависимости от буксования.....	219
<b>Глава 2. Поворот гусеничной машины на ровном участке пути.....</b>	<b>220</b>
2.1. Уточненное представление сопротивления повороту гусеничной машины.....	222
2.2. Распределение давления по длине разостланного участка гусеницы.....	225
2.3. Алгоритм расчета боковых усилий и момента сопротивления повороту.....	228
2.4. Дифференциальные уравнения поворота гусеничной машины.....	229
2.5. Представление мощности и момента двигателя. Расчет сил тяги в зависимости от схемы механизма поворота.....	231
2.5.1. Фрикционный механизм поворота.....	233
2.5.2. Двухступенчатый планетарный механизм поворота.....	237
2.5.3. Механизм поворота МТЛ.....	253
2.5.4. Механизм поворота, обеспечивающий полную рекуперацию мощности отстающего борта для всех радиусов поворота $R < R_0$ и непрерывное изменение радиуса поворота.....	250
2.6. Вопросы для самоконтроля знаний по разд. 2.....	259
2.7. Задачи по теории гусеничных машин для использования при выполнении курсовых работ по этой дисциплине и НИРС.....	261
Список литературы.....	262

<b>ГИДРООБЪЕМНЫЕ ПЕРЕДАЧИ В ГИДРООБЪЕМНО-МЕХАНИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЯХ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН.....</b>	<b>263</b>
<b>Г л а в а 1 . Введение.....</b>	<b>263</b>
<b>Г л а в а 2 . Конструкции гидромашин и принцип работы гидрообъемных передач в трансмиссиях транспортных машин.....</b>	<b>266</b>
2.1. Конструкция аксиально-поршневых гидромашин типа «Сандстренд-Зауэр».....	266
2.2. Конструкция быстроходных радиально-поршневых гидромашин.....	272
2.3. Функциональные схемы гидропередач в составе гидрообъемно-механических трансмиссий.....	277
2.4. Основные кинематические, силовые и энергетические характеристики гидрообъемных передач.....	281
<b>Г л а в а 3 . Математические модели потерь и КПД гидрообъемных передач.....</b>	<b>290</b>
3.1. КПД гидрообъемных передач на базе аксиально-поршневых гидромашин типа «Сандстренд-Зауэр».....	290
3.2. КПД гидрообъемных передач на базе быстроходных гидромашин радиально-поршневого типа.....	294
3.2.1. Механические потери и механический КПД быстроходных радиально-поршневых гидромашин.....	294
3.2.2. Объемные потери и объемный КПД быстроходных радиально-поршневых гидромашин.....	304
<b>Г л а в а 4 . Общий метод квазистатического анализа двухпоточных гидрообъемно-механических трансмиссий.....</b>	<b>307</b>
4.1. Вывод общих соотношений для анализа гидрообъемно-механических трансмиссий.....	307
4.2. Пример анализа гидрообъемно-механической трансмиссии гусеничной машины .....	317
Список литературы.....	324
<b>ВОСПОМИНАНИЯ.....</b>	<b>326</b>
<b>Страницы истории в делах современников.....</b>	<b>382</b>