



Сибирский государственный университет
науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева

В. П. Корпачев, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЕРЕМЕСТИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ЛЕСОСПЛАВЕ



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М. Ф. Решетнева

В. П. Корпачев, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
ПЕРЕМЕСТИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ
НА ЛЕСОСПЛАВЕ**

Монография

Красноярск 2019

УДК 630.378
ББК 43.904
К688

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор А. Н. МИНАЕВ
(Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С. М. Кирова);
доктор технических наук, профессор А. Ю. МАНУКОВСКИЙ
(Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова)

Печатается по решению редакционно-издательского совета университета

Корпачев, В. П.

К688 Теоретические основы переместительных операций на лесосплаве : монография / В. П. Корпачев, А. И. Пережилин, А. А. Андрияс ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2019. – 210 с.

ISBN 978-5-86433-802-5

Изложены основные сведения о водных и лесных ресурсах России и Красноярского края, роль водного транспорта в освоении лесных массивов, рассмотрены основные теоретические проблемы, связанные с переместительными операциями: в процессе технологий транспорта (буксировки) лесотранспортных единиц (ЛТЕ) – пучков, кошелей, плотов в речных и водохранилищных (озерных) условиях; при выполнении технологических операций на лесосплавных рейдах; при проведении работ по очистке водохранилищ гидроэлектростанций (ГЭС) от плавающей и затопленной древесины. Проанализированы основные методы моделирования переместительных операций при осуществлении экспериментальных исследований.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Красноярского краевого фонда науки в рамках научного проекта № 15-45-04333 «р_сибирь_а» Создание научно-технического задела для разработки комплексной технологии освоения и переработки плавающей и затопленной древесины в ложе водохранилищ ГЭС Сибири.



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 19-18-00045, не подлежит продаже.

УДК 630.378
ББК 43.904

ISBN 978-5-86433-802-5

© СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2019
© Корпачев В. П., Пережилин А. И.,
Андрияс А. А., 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛЕСОСПЛАВЕ	7
1.1. Лесные и водные ресурсы России	7
1.2. Задачи исследований	15
1.3. Виды водного транспорта леса	17
1.4. Типы ЛТЕ	19
2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕРЕМЕСТИТЕЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ЛЕСОСПЛАВЕ	20
2.1. Общий вид дифференциальных уравнений движения ЛТЕ в водном потоке	20
2.1.1. Прямолинейное поступательное движение тела при отсутствии вращательного движения	22
2.1.2. Прямолинейное поступательно-вращательное движение	23
2.2. Силы, действующие на ЛТЕ при их движении в водном потоке	24
3. СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОДЫ ДВИЖЕНИЮ ЛТЕ	26
3.1. Общий вид формулы сопротивления воды движению ЛТЕ	26
3.2. Сопротивление воды движению круговых цилиндров	28
3.2.1. Сопротивление воды движению одиночного цилиндра, расположенного нормально потоку	29
3.2.2. Сопротивление воды движению цилиндра при продольном обтекании	31
3.2.3. Сопротивление воды движению системы цилиндров	31
3.3. Сопротивление воды движению бревен	33
3.4. Сопротивление воды движению сортиментных пучков	36
3.5. Сопротивление воды движению одиночных сортиментных пучков при их поперечном перемещении	37
3.6. Сопротивление воды движению одиночных сортиментных пучков при их продольном перемещении	42
3.7. Результаты исследований сопротивления воды движению системы пучков при их поперечном расположении	45
3.8. Влияние интервалов между пучками на величину сопротивления	45
3.9. Сопротивление пучков, установленных без интервалов	51
3.10. Коэффициент счала пучков	51
3.11. Сопротивление воды движению системы пучков, установленных без интервалов при их продольном перемещении	55
3.12. Сопротивление воды движению кошеля	58
3.13. Сопротивление движению плотов в ледовом канале	59

3.13.1. Гидродинамические характеристики водного потока в ледовом канале	60
3.13.2. Условия обтекания плота водным потоком при установившемся движении в ледовом канале	65
3.14. Сопротивление воды движению плотов при установившемся движении	69
3.15. Сопротивление воды движению ЛТЕ при неустановившемся движении	73
3.15.1. Уравнение неустановившегося движения ЛТЕ в водном потоке	73
3.15.2. Инерционные характеристики ЛТЕ при движении в водном потоке	77
3.15.3. Критерии нестационарности движения ЛТЕ	82
3.15.4. Коэффициенты присоединенных масс ЛТЕ	86
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ ПЛОТА	91
4.1. Параметры движения плота при разгоне	92
4.2. Торможение плота	100
4.3. Остановка плота в условиях ограниченной акватории рейдов	106
5. ПЕРЕМЕСТИТЕЛЬНЫЕ ОПЕРАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПОДЪЕМА ЗАТОПЛЕННОЙ И ПЛАВАЮЩЕЙ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ	114
5.1. Подъем древесины с поверхности воды	114
5.2. Усилие подъема сортимента с поверхности воды	115
5.3. Усилие подъема сортимента из толщи воды	118
6. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЛТЕ ЗАТОПЛЕННЫМИ ГИДРАВЛИЧЕСКИМИ СТРУЯМИ	124
6.1. Уравнение неравномерного поступательного движения лесоматериалов в потоке, возбужденном гидравлической струей	136
6.2. Определение параметров движения лесоматериалов в потоке, возбужденном гидравлической струей	138
7. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛЕСОСПЛАВНЫХ ПРОЦЕССОВ	147
7.1. Методы моделирования	147
7.2. Виды подобия	148
7.3. Теоремы подобия	150
7.4. Теоретические основы моделирования	151
7.4.1. Гидродинамически подобные потоки	151
7.4.2. Критерии гидродинамического подобия	153
7.4.3. Подобие потоков в случае преобладающего влияния сил тяжести	158
7.4.4. Подобие потоков в случае преобладающего влияния сил вязкости	160

7.4.5. Другие критерии подобия.....	162
7.5. Анализ размерностей при исследовании процессов гидродинамического взаимодействия водной среды с перемещаемыми лесосплавными объектами.....	165
7.5.1. Единицы измерения	165
7.5.2. Метод показателей Релея.....	169
7.6. π -теорема	171
7.7. Примеры практического использования теории анализа размерностей и π -теоремы.....	174
7.7.1. Определение общего вида формулы сопротивления воды движению полупогруженного тела	174
7.7.2. Определение общего вида формулы сопротивления воды движению полностью погруженного бревна цилиндрической формы	176
7.7.3. Моделирование силового воздействия волн с плавучим лесосплавным объектом типа плот.....	177
7.7.4. Моделирование волноустойчивости лесотранспортных единиц.....	184
7.7.5. Влияние сил вязкости и трения при моделировании волновых процессов	187
7.7.6. Правила моделирования взаимодействия пучковых плотов с водной средой.....	190
7.8. Моделирование движения плота в ледовом канале.....	193
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	200
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ.....	201