

и предельных значений параметров технического состояния элементов лесозаготовительных машин указывает на необходимость существенной корректировки технической документации на техническое обслуживание и ремонт лесозаготовительной техники в части допустимых при ремонте размеров и, вообще, любых параметров состояния, нормативные значения которых были оптимизированы в экономических условиях, существенным образом отличающихся от нынешних. Проведенная корректировка обеспечивает увеличение использования технического ресурса лесозаготовительных машин на 20...30 процентных пунктов.

3 На основе экспериментальных данных исследована динамика механизмов лесозаготовительных машин на неустановившихся режимах движения при пусках, остановках, мгновенном приложении и снятии внешней нагрузки, изменении режимов нагружения и структуры механизмов. Определены показатели, характеризующие динамику механической системы при неустановившихся режимах движения.

Разработанная методика измерений, обработки информации и вычисления показателей динамической нагруженности узлов и деталей позволяет выполнить анализ причин отказов механизмов и узлов лесозаготовительных машин с учётом инерционных и диссипативных свойств их звеньев.

4 Разработанная экономико-математическая модель формирования комплекса мероприятий технического сопровождения лесозаготовительных машин позволяет минимизировать затраты за срок их службы и определить единый допуск в рамках стратегии технического обслуживания и ремонта «по состоянию».

5 Разработанная модель изменения затрат на обновление и пополнение парка лесозаготовительных машин, позволяет учесть динамику изменения их технического состояния и состояния экономической среды эксплуатации машин.

6 Установлены закономерности, описывающие влияние условий эксплуатации на надёжность автомобилей, позволяющие на их основе разработать прогрессивные нормативы, регламентирующие техническую эксплуатацию лесозаготовительных машин.

Экономический эффект от внедрения разработок достигается за счёт снижения затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт в результате повышения средневзвешенного значения коэффициента корректирования периодичности технического обслуживания и уменьшения средневзвешенного значения коэффициента корректирования удельной трудоёмкости текущего ремонта при переходе от существующей классификации к более дифференцированной и уточненной и соответствующей ей системе корректирования нормативов. По результатам расчетов установлено, что эко-

номический эффект на 1 автомобиль в год составит 24,7 тыс. р., а на парк основных моделей автомобилей в отрасли – 2 млн. р.

7 Обоснованный и предложенный критерий технологической безопасности мобильных колесных машин, обусловленный количеством безопасных регулировок управления и количеством технологических регулировок, позволяет прогнозировать операции с повышенной степенью риска и, по возможности, снижать их количество. Установлено, что при увеличении количества операций управления в два раза и технологических регулировок на 25 %, критерий технологической безопасности мобильных колесных машин снижается на 22 %.

8 Предложенная методика оценки профессиональной пригодности по индивидуально-типологическим качествам, как отдельных кандидатов-операторов мобильных машин, так и всего контингента операторов, позволяет выявить влияние человеческого фактора на безопасность системы «Оператор-Машина». Использование предложенной методики позволило снизить травматизм операторов на 10...11 %.

9 Предложенный вариант компоновки систем отображения информации наиболее оптимален с точки зрения скорости и «физиологической стоимости» восприятия информации, так как разработан на основании проведённых исследований компоновки систем отображения информации на лесовозных автопоездах.

Реализация работы. Разработанные на основе полученных результатов рекомендации, алгоритмы и программы для ЭВМ использовали: ОАО «ВоронежГипроДорНИИ» Управление лесного хозяйства, ОАО «Дорстрой» ДСФ-3.

#### **МЕТОДЫ, МОДЕЛИ, АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СТРОИТЕЛЬСТВА, РЕМОНТА И СОДЕРЖАНИЯ ЛЕСНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННЫХ РЕСУРСОВ**

Смирнов М.Ю., Скрыпников А.В.,  
Кондрашова Е.В., Дорохин С.В.,  
Скворцова Т.В.

*ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный  
технологический университет», Йошкар-Ола;  
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный  
университет инженерных технологий», Воронеж;  
ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная  
лесотехническая академия», Воронеж,  
e-mail: rivelenasoul@mail.ru*

Актуальность вопроса. В течение 10...15 лет в Российской Федерации строительство лесных автомобильных дорог в связи с переходом на рыночные условия хозяйствования ведется в неустойчивых производственно-экономических условиях, обусловленных общей тенденцией снижения объёма финансирования с одной сто-

роны и ростом цен на производственные ресурсы и энергоносители с другой, изменения структуры дорожно-строительных работ, интенсивного внедрения новых технологий, увеличением ресурсоемкости объектов. В настоящее время лишь 23 % протяженности территориальной дорожной сети соответствует нормативным требованиям по транспортно-эксплуатационному состоянию. Это определяет крайне тяжелые условия работы дорог и их повышенный износ, вызываемый высокой интенсивностью происходящих деградационных процессов.

Рост материалоемкости строительства лесных автомобильных дорог, повышение ответственности подрядчиков за качество и сроки их ввода в эксплуатацию, необходимость производства работ в пределах договорной цены ужесточили требования к ресурсному обеспечению в строительстве лесных автомобильных дорог. Эффективная организация процесса ресурсного обеспечения строительства лесных автомобильных дорог в условиях ограниченных ресурсов, выбор его рациональных форм, которые должны учитывать вероятностный характер строительства, в современных неустойчивых производственно-экономических условиях дорожно-строительного производства приобретают первостепенное значение. Принятие оптимальных решений в области ресурсного обеспечения позволит рационально распределить интенсивность поставки ресурсов во времени по объектам с их учётом ресурсопотребления, снизить себестоимость дорожно-строительных работ, создать предпосылки для повышения рентабельности производства.

Авторами сделана попытка совершенствования системы управления ресурсным обеспечением строительства лесных автомобильных дорог, которое связано с разработкой математических методов планирования и управления, способных учитывать вероятностные свойства строительных процессов и обеспечивать научно обоснованный уровень надёжности планов и графиков поставки материалов, полуфабрикатов и энергоносителей на объект. Поиск новых, эффективных технологических решений требует продолжения и существенного развития научных исследований по этой проблеме.

Цель и задачи исследований. Повышение эффективности организации процессов строительства, ремонта и содержания лесных автомобильных дорог путём минимизации ресурсоемкости оптимальными строительными решениями.

Предмет исследования. Методы и математические модели функционирования лесных автомобильных дорог.

Объект исследования. Процессы строительства, ремонта и содержания лесных автомобильных дорог.

Методы исследований. Методы дифференциального и интегрального исчисления, на-

турные наблюдения и эксперимент. Обработка результатов производилась методами математической статистики: теория вероятностей, регрессионный и корреляционный анализы.

Практическая значимость работы:

- прогноз ресурсного потребления дорожно-строительного объекта с учетом принятой организации работ;

- снижение общей сметной стоимости строительства и ремонта участков лесных автомобильных дорог;

- снижение ресурсоемкости дорожно-строительных объектов путем оптимизации строительных решений;

- определение области применения гравийного, железобетонного, черногравийного и асфальтобетонного покрытий для последующего использования при проектировании лесообрабатывающих предприятий;

- минимизация сроков завершения ремонтных работ;

- обоснование технико-экономической эффективности принятия проектных решений на содержание или ремонт покрытий лесных автомобильных дорог.

Достоверность выводов и результатов исследований обеспечена проведением системного анализа проблемы, а также использованием методов математической статистики при планировании экспериментов и обработке их результатов. Достоверность выполненных исследований подтверждается: экспериментами с погрешностью до 5%; доверительной вероятностью не менее 90% у полученных закономерностей.

Научная новизна. В монографии разработаны рекомендации по снижению факторов риска дорожных проектов на каждом этапе реализации с использованием экспертного подхода, позволяющие сократить неопределенность условий осуществления инвестиционных проектов и получить дополнительную информацию о факторах риска дорожных проектов для повышения надёжности и финансовой устойчивости их реализации.

Предложена вероятностная модель прогнозирования удельных затрат в основные производственные фонды для конкретного дорожно-строительного объекта на основе мониторинга и статистической оценки характера изменения стоимости материалов и услуг, позволяющая с заданным уровнем надёжности описать динамику изменения стоимости строительных материалов, полуфабрикатов и энергоносителей в строительный период, разработать оптимальные организационно-технологические решения по ресурсному обеспечению технологических процессов с целью снижения сметной стоимости строительных объектов.

Разработана методика построения гибких систем комплексного оценивания планов ре-

монтажных работ на основе построения иерархической структуры критериев, позволяющая выполнить комплексную оценку состояния лесной автомобильной дороги и минимизировать суммарный ущерб при ограниченных ресурсах. Предложенный алгоритм оптимизации планов ремонтных работ позволяет определить приоритетность участков лесных автомобильных дорог по ремонту, отличается простотой реализации и дает достаточно большое число вариантов для выбора. Предложенная методика оптимизации межремонтных сроков лесных автомобильных дорог на основе использования критерия оптимизации – коэффициента функциональности, позволяет определить сроки службы всех конструктивных элементов дороги, установить основные конструктивные элементы, влияющие на работу всей дороги, вычислить стоимость ремонтных работ, составить перспективное планирование ремонтов дорожного покрытия при его различных видах материалов. Авторами предложена математическая модель оптимизации сводного графика поставки всей номенклатуры дорожно-строительных материалов, основанная на прогнозе изменения стоимости материалов и услуг в период проведения дорожно-строительных работ, провозной способности транспортного звена и интенсивности потребления ресурсов в период строительства лесных автомобильных дорог, позволяющая минимизировать суммарные ресурсные затраты на поставку строительных материалов и энергоносителей. Созданные математические модели и алгоритм множества участков дороги, включенных в план ремонтных работ, позволяют минимизировать суммарный ущерб при ограниченных ресурсах. Внедрение разработанных методик по ресурсному обеспечению технологических процессов при строительстве и ремонте более 100 км участков лесных автомобильных дорог позволило снизить затраты на поставку материалов на 3...8%.

Реализация работы. Основные научные разработки внедрены: ЦДМП «Магистраль» (Центрально-Черноземный регион, 2011 г.), ЛОГУП «Гербунский лесхоз» (Липецкая обл., 2011 г.), ООО «Дедал» (Республика Коми, 2013 г.).

### **ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В ДВУХКОМПОНЕНТНЫХ СИСТЕМАХ**

(учебное пособие)

Хохлачева Н.М., Ильина Е.Б., Истомина Н.Ф.,  
Мареичева Е.Е.

*Российский государственный технологический  
университет им. К.Э. Циолковского, Москва,  
e-mail: helen\_ilyina@mail.ru*

Настоящее пособие предназначено для студентов технических вузов, изучающих фазовые равновесия и диаграммы состояния в двухкомпонентных системах.

В пособии рассмотрены теоретические основы закономерностей фазовых равновесий

и понятие фазовой диаграммы; представлены общие положения теоретического обоснования фазовых диаграмм двойных систем, геометрической интерпретации условий фазового равновесия и возможности построения этих диаграмм термодинамическим методом.

В нескольких разделах пособия рассмотрены фазовые равновесия в бинарных системах жидкость – пар, жидкость – жидкость, жидкость – твердая фаза и представлены соответствующие им основные типы диаграмм состояния; описано построение фазовых диаграмм по кривым охлаждения и термодинамическим методом.

В пособии подробно изложены принципы решения задач по анализу фазового равновесия на основе диаграмм состояния: определение интервала температур фазовых переходов для заданных систем, а также состава и количества фаз в процессе фазовых переходов. На примере диаграмм плавкости рассматривается построение фазовой диаграммы термодинамическим методом, дается оценка теплоты плавления и активностей компонентов бинарной системы. В пособии приведены примеры по построению и анализу условных диаграмм плавкости, являющиеся авторской оригинальной разработкой в методике преподавания темы «Фазовое равновесие». Эти примеры позволяют студентам в доступной форме освоить принцип «чтения» диаграмм состояния различных типов уже на первом этапе их изучения в курсе «Физической химии».

Примеры, приведенные в пособии, имеют разный уровень сложности, поэтому могут быть использованы для самостоятельной работы и бакалавров, и магистров. Пособие будет полезно для аспирантов, инженеров, научных работников и педагогов высшей школы, использующих в своей работе термодинамические методы исследования фазовых равновесий в двухкомпонентных системах.

Допущено учебно-методическим объединением высших учебных заведений Российской Федерации по образованию в области материаловедения, технологий материалов и покрытий в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров 150100 «Материаловедение и технология материалов», 150200 «Металлургия».

### **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

(учебно-практическое пособие)

Чубенко Д.Н.

*Владивостокский государственный университет  
экономики и сервиса, Владивосток,  
e-mail: silencier@mail.ru*

Представленное учебно-практическое пособие разработано для использования в учебном