

Е. П. БЛОХИН, д.т.н., профессор, ДИИТ (Украина);  
Л. А. МАНАШКИН, д.т.н., профессор (США)

## РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ ПОЕЗДА В ТРУДАХ В. А. ЛАЗАРЯНА И ЕГО УЧЕНИКОВ

Огляд математичних моделей динаміки поїзда.

Обзор математических моделей динамики поезда.

The review of mathematical models of train dynamics.

Проблемы динамики поезда – одно из серьёзнейших направлений механики железнодорожного транспорта, как по своей технической значимости, так и по трудностям решения поставленных задач. Это и задача прогнозирования нагрузок, действующих на путь и вагоны, каждый из которых, в свою очередь, вместе с грузом есть сложная динамическая система с нелинейными связями её элементов. Без знания нагруженности всех элементов системы нельзя прогнозировать их долговечность и определять мероприятия для её обеспечения. Это и задача выбора технических параметров ряда устройств таких как амортизаторы ударов и рессорное подвешивание кузовов экипажей. Это и задача безопасного и оптимального управления движением поезда. Это и задача обеспечения безопасности движения и пассажиров при, хотя и мало вероятных, но возможных аварийных режимах движения поездов, обеспечение сохранности транспортируемых грузов и самого оборудования экипажей. Это и задача определения параметров железнодорожного пути. Сложность проблемы, в целом, в её существенной многомерности, в сложной реологической природе деформирующихся материалов и устройств, которые, в свою очередь, принципиально нелинейные и, более того, описываются негладкими функциями.

Первые математические модели железнодорожного поезда в России были предложены Н. Е. Жуковским [1]. Одна из этих моделей представляла поезд как упругий стержень с массой (локомотивом) на одном из его концов. Такая модель позволяла использовать для решения задачи о продольных колебаниях поезда аппарат решения уравнения математической физики. Вторая модель представляла поезд в виде цепочки упруго соединённых твёрдых тел. Обе модели позволяли лишь оценить наибольшие силы, возникающие при трогании растяну-

того (без проявления зазоров) поезда. Впоследствии эти подходы были существенно усовершенствованы В. А. Лазаряном [2-6, 64, 68, 104], который рассмотрел физически более близкую к реальному растянутому поезду модель, представив его в виде стержня с упругими несовершенствами. несовершенства представлялись элементами соединений тел с постоянным коэффициентом вязкости и с коэффициентом вязкости, обратно пропорциональным частоте собственных упругих колебаний стержня. Такой подход позволил не только оценить наибольшие силы при трогании поезда, но и рассчитать их изменение во времени, адекватно отражающее аналогичный процесс, получаемый в испытаниях реального поезда. При этом, для решения задачи было эффективно использовано применение обобщённых координат [6-18] и операционное исчисление. Подобная модель была также использована С. В. Вершинским в работе «Продольная динамика вагонов в грузовых поездах» (Тр. ВНИИЖТа, 1957, вып. 143, 263с.).

Успехи в этом направлении позволили В. А. Лазаряну вместе со своими учениками расширить круг решаемых задач, связанных с проблемами вождения и формирования поездов. С этой моделью были получены решения по соударению сжатых сцепов вагонов (П. С. Бодянов) [25], по переходному режиму при торможении сжатого поезда (А. И. Стукалов), по колебаниям неоднородных поездов и поездов с массивными включениями (Е. П. Блохин) [24, 30], по колебаниям поезда без зазоров в соединениях, движущегося по переломам продольного профиля пути (И. Г. Барбас) [28, 29], колебаниям сцепов и поездов без зазоров в соединениях вагонов с подвижными грузами, типа наливных (Г. И. Богомаз, Л. А. Манашкин, А. В. Рыжов) [119, 121, 122, 136]. Использование метода Да-

ламбера для решения задачи о колебании стержня с упруго-фрикционной зависимостью силы от деформаций позволило получить замкнутое выражение для расчёта распределения вдоль состава наибольших сил и ускорений при трогании растянутого поезда с места, в том числе при учёте сопротивления движению, а также в случаях торможения сжатого поезда при различных соотношениях скорости бега волны пневматического включения тормозов (Л. А. Манашкин, А. В. Рыжов) [104]. Волновые процессы в поезде позволили определить ряд интегральных характеристик элементов системы в целом [142].

Высоко эрудированный и разносторонний по своим знаниям и интересам В. А. Лазарян один из первых в Украине построил в ДИИТе электрическую RLC модель (36 контуров) для решения линейных и нелинейных задач продольной динамики поезда [12, 13, 16, 19, 27, 31]. На этой модели были повторены задачи, решённые ранее, и впервые решена задача по торможению растянутого поезда (А. И. Стукалов), когда в процессе формирования сжимающих сил проявлялись зазоры в соединениях вагонов.

Появление электронных аналоговых и цифровых вычислительных машин привело к рассмотрению дискретной расчётной схемы поезда, когда каждый вагон представлялся одним твёрдым телом, а соединения вагонов представляли специальными элементами, достаточно точно моделирующими работу соединения вагонов, оборудованных упруго-фрикционными поглощающими аппаратами. Ранее подобная задача для линейных упруго-вязких систем решалась Т. Л. Городецкой. Одновременно с этим апробировались различные численные методы интегрирования многомассовых систем дифференциальных уравнений движения с негладкими правыми частями (Е. П. Блохин, Л. В. Белик, В. А. Каблуков, Л. А. Манашкин, В. А. Музыкин) [36, 48, 71]. С помощью АВМ была построена специализированная модель поезда [33, 39, 40], позволившая исследовать переходные режимы при трогании сжатых поездов, движении их по переломам продольного профиля пути (И. Г. Барбас) [38], троганиях электропоездов (В. А. Каблуков) [37], изучить влияния зазоров в соединениях вагонов и различных параметров фрикционных поглощающих аппаратов на уровни сил и ускорений вагонов (Л. А. Манашкин, А. В. Рыжов) [64], формировать в заданных диапазонах величин случайные начальные состояния поезда и

сил управления с целью имитации реальных условий формирования нагрузок для оценок надёжности и долговечности подвижного состава (Л. А. Манашкин, А. М. Бондарев, М. М. Кедря) [95, 96, 117, 126, 131], исследовать аварийные столкновения электропоездов и параметры элементов защиты (Л. А. Манашкин, В. А. Музыкин) [46, 49, 62, 65, 76] по заказу ВНИИ Вагоностроения, Москва (Л. Кузьмич, А. Иванов), имитировать движение объединённого поезда и возникающие в нём динамические нагрузки при работе реальной системы управления вспомогательным локомотивом (Е. П. Блохин, В. Н. Захаров, М. Е. Игин, Л. А. Манашкин) [89, 114].

По мере увеличения быстродействия ЦВМ центр тяжести в решении задач динамики поезда переместился к ним (Е. П. Блохин, Л. А. Манашкин, Л. В. Белик, Н. И. Грановская, Л. Г. Маслеева, Л. В. Урсуляк, К. И. Железнов) [142, 146, 164-174]. Критерием достоверности результатов моделирования служили данные обширных экспериментальных исследований, проводимых НИЛ динамики и прочности подвижного состава ДИИТа в реальных условиях железных дорог бывшего СССР под руководством В. А. Лазаряна [26, 32, 37, 52, 54, 57, 75, 98, 112, 146] и Е. П. Блохина [22, 90, 123, 155-163].

В 1961 году сотрудник кафедры математики МИИТа Н. А. Панькин в своей работе «Распространение сильных возмущений в поезде» (Ученые записки ВЗИИТа, 1961, вып. 7, с. 105-166) предложил использовать для анализа процессов в поездах газодинамическую модель поезда. При этом рассматривалось равномерное нарастание скорости локомотива подобно равномерному нарастанию скорости поршня в воздушной ударной трубе. В газодинамических системах с жёсткими (модуль упругости увеличивается по мере увеличения деформаций среды) зависимостями давления от деформаций возникает ударная волна. В случае мягких (модуль упругости уменьшается по мере увеличения деформаций среды) характеристик возникшая ударная волна наоборот распадается подобно процессам при соударениях упруго-пластических стержней. В ДИИТе под руководством В. А. Лазаряна были проведены обширные аналитические и численные с помощью АВМ и ЦВМ исследования динамических процессов в поезде с использованием газодинамической модели для анализа результатов численного интегрирования (Е. П. Блохин, Л. А. Манашкин, Л. В. Белик, Н. И. Грановская,

В. С. Кнышенко) [44-47, 62, 65, 79, 137-140, 142].

При трогании с места растянутого грузового поезда скорость локомотива может нарастать только по мере увеличения силы тяги. При постоянной силе тяги скорость локомотива изменяется ступенями в моменты, когда со свободного конца поезда «прибегает» волна разгрузки. При этом вдоль состава распространяется постоянная сила, реализуемая локомотивом. В этом случае возникающие силы не превышают реализуемую локомотивом силу тяги. Особенность «ударного» процесса в растянутом поезде с жёсткими характеристиками соединений вагонов проявляется в увеличении темпа нарастания силы в них с увеличением их расстояния от локомотива. При соединениях вагонов с мягкими характеристиками темп нарастания силы в соединениях вагонов уменьшается.

При трогании с места сжатого поезда (что наиболее часто имеет место в случаях грузовых поездов, так как перед троганием состав осаживается, сжимается, чтобы облегчить процесс трогания) локомотив уже с первым вагоном взаимодействует ударно, так как, двигаясь в пределах зазора, он набирает скорость относительно неподвижного вагона. В пределе, соединение вагонов с любой характеристикой поглощающих аппаратов при проявлении зазора, в целом, имеет жёсткую характеристику и, более того, негладкую. Вдоль поезда от локомотива к хвостовой части распространяется волна ударов растянутой части состава по каждому следующему вагону, перед которым выбран зазор, в результате движения предыдущей части поезда. При протекании процесса растянутая часть состава ведёт себя как стержень с упругими несовершенствами. Поэтому возникающая при ударном нагружении сила распространяется с места удара в головные сечения. В своё время процесс трогания сжатого состава был рассмотрен В. А. Галеевым и Ю. И. Першицем (Вопросы механики поезда, М.: Трансжелдориздат, 1958, 233 с.), но при этом растянутая часть рассматривалась как абсолютно твёрдое тело и не принимались во внимание процессы в растянутой части состава.

При исследовании переходных режимов движения поезда, как нелинейной сплошной системы, под руководством В. А. Лазаряна были рассмотрены случаи упругой и неупругой сред (Л. А. Манашкин) [137, 139, 142]. При этом была изучена структура формирования ударной волны в системе с жёсткой характеристикой поглощающих аппаратов при разных

случаях рассеяния энергии. Показано, что в случае фрикционных поглощающих аппаратов с пренебрежимо малой величиной силы их начальной затяжки на фронте ударной волны при трогании с места всегда будет иметь место мгновенный скачок силы при переходе от ненагруженной части системы к нагруженной. Если же происходит нарастание силы тяги из некоторого стационарного состояния, то реализуемая силовая характеристика соединения при жёстких характеристиках поглощающих аппаратов может оказаться как жёсткой, так и мягкой. В последнем случае ударная волна не образуется. В случаях неупругих сил, зависящих не только от знака скорости деформаций, но и от её величины, что характерно для гидравлических и эластомерных поглощающих аппаратов, переход от ненагруженной части системы к нагруженной происходит непрерывно на переходном участке, называемом «шириной фронта ударной волны». Изучено распределение сил по ширине фронта ударной волны [142].

Под руководством В. А. Лазаряна были изучены общие условия [139], при которых дискретная модель поезда как цепочки твёрдых тел эквивалентна его континуальной модели (в виде стержня или газодинамической), а также обоснованы критерии моделирования длинных дискретных систем их укороченными образами, что позволяет получать информацию, интегрируя численно существенно меньшее число дифференциальных уравнений [35, 127, 135, 139, 145, 149], что особенно важно для систем управления поездом, использующих цифровые интеграторы для контроля за силами и ускорениями вагонов в процессе управления поездом. Оказалось, что эти же общие условия одновременно являются критериями оптимизации неупругих сил гидравлических и эластомерных поглощающих аппаратов. При этих условиях силы в поезде при трогании его с места не превосходят приложенной к поезду силы тяги локомотива или силы торможения локомотивом. Показано, что в тех случаях, когда дискретная и континуальная модели поезда не эквивалентны, что может иметь место при определённых условиях и в случае линейных упругих характеристик поглощающих аппаратов (вследствие неравномерной сходимости рядов при мгновенно прикладываемых силах), силы в соединениях вагонов существенно выше реализуемой локомотивом силы тяги или торможения (Л. А. Манашкин, В. С. Кнышенко) [138, 140, 142].

Разработанный В. А. Лазаряном и С. И. Ко-  
нашенко применительно к задачам механики  
аппарат обобщенных функций [91, 106, 113] и  
аппарат метода конечных элементов позволили  
рассмотреть поезд как цепочку стержней, со-  
единённых нелинейными элементами [154].

Методами статистического анализа обобще-  
ны результаты решаемых методом Монте-  
Карло задач продольной динамики поезда и  
получены статистические характеристики про-  
дольных динамических нагрузок в поезде. Эти  
результаты использованы как исходные данные  
для формирования условий испытания вагонов  
и локомотивов на надёжность и долговечность  
по нестационарным нагрузкам [142, 153].

Изменившиеся в последней четверти два-  
дцатого века условия вождения грузовых поез-  
дов на дорогах бывшего СССР, появление  
большегрузных и длинносоставных грузовых и  
пассажирских поездов, повышение скоростей  
их движения привели к необходимости пере-  
смотра Норм и условий проектирования про-  
филя железных дорог, одним из критериев ко-  
торых стали нагрузки, возникающие в поездах  
при их движении по переломам профиля пути.  
Выполненные под руководством и при непо-  
средственном участии В. А. Лазаряна обшир-  
ные исследования в этом направлении позволи-  
ли ответить на целый ряд важных вопросов  
проектирования железных дорог (Е. П. Блохин,  
Л. Г. Маслеева, Л. В. Урсуляк) [111, 125, 127,  
142, 146, 166, 167, 169, 170, 172] и внести до-  
полнения в СНиП П-39-76.

Для анализа влияния особенностей погло-  
щающих аппаратов на динамическую нагру-  
женность конструкции вагонов при их соуда-  
рениях В. А. Лазаряном, Л. А. Манашкиным и  
А. В. Юрченко была разработана математиче-  
ская модель продольно-изгибных колебаний  
неоднородного криволинейного стержня, центр  
масс которого не совпадает с центром его жё-  
сткости, с сосредоточенными включениями [99,  
105, 110, 116]. Анализ результатов численного  
интегрирования показал, что резкое нарастание  
силовой характеристики поглощающих аппара-  
тов при соударениях вагонов приводит и воз-  
никновению интенсивных высокочастотных  
вибраций элементов конструкции вагона [134].

Вопросы безопасности движения грузовых  
поездов, особенно тяжеловесных, поставили  
перед исследователями проблему математиче-  
ского моделирования колебаний поезда в плос-  
кости и в пространстве. В. А. Лазаряном,  
Е. П. Блохиным и Е. Л. Стамблером были про-  
ведены обширные экспериментальные и теоре-

тические исследования, построены линейризи-  
рованные модели колебаний поезда как одно-  
мерной системы динамических подсистем, ли-  
неаризовано учтены особенности нелинейного  
взаимодействия вагонов, соединённых авто-  
сцепками. Получены значения сил, при кото-  
рых поезд, как система, теряет устойчивую  
форму равновесия [70, 83, 98, 115]. Эти работы  
позволили построить пространственную нели-  
нейную имитационную математическую мо-  
дель поезда как системы, движущейся по кри-  
волинейному в пространстве пути, представ-  
ленному в виде слабо закрученной криволи-  
нейной полосы (Л. А. Манашкин, Н. И. Гра-  
новская, А. Н. Пшинько) [144, 147, 150, 152,  
154]. Эта модель позволила рассмотреть случай  
выбивания вагонов из колеи при соударениях  
сцепов вагонов, нештатные режимы соударения  
цистерн, исследовать продольные и вертикаль-  
ные силы, действующие на вагоны порожнего  
поезда [151, 154].

С использованием существенно нелинейной  
пространственной модели поезда и объектно-  
ориентированного метода программирования и,  
естественно, соответствующих дифференци-  
альных уравнений его движения, решены мно-  
гие задачи, связанные с выбором оптимальных  
режимов движения поезда [175] и расследова-  
нием причин крушений обычных и длинносо-  
ставных, в том числе соединённых, поездов, ко-  
торые имели место в последние годы на желез-  
ных дорогах России и Украины [176-181].

Математическая модели поезда использова-  
на и при создании в лаборатории динамики и  
прочности подвижного состава железных дорог  
университета (Е. П. Блохин, К. И. Железнов,  
В. В. Глухов, Л. В. Урсуляк) тренажёрных ком-  
плексов на базе компьютерных технологий для  
обучения машинистов магистральных локомо-  
тивов безопасным и энергосберегающим тех-  
нологиям вождения поездов [179, 180, 182]. Та-  
кими тренажёрами оборудованы многие локо-  
мотивные депо украинских железных дорог и  
Обучающий центр в Тегеране (Иранские же-  
лезные дороги).

Разработанные в ДИИТе математические  
модели поезда, реализованные удобным про-  
граммным обеспечением, применяются многи-  
ми научными коллективами бывшего Совет-  
ского Союза для исследований и имитации  
движения поезда.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Жуковский Н.Е., Работа (усилие) русского  
сквозного и американского несквозного тягового

прибора при трогании поезда с места и в начале его движения // Бюллетень Экспериментального института путей сообщения. -1919. - 13. -С.31-57.

2. Лазарян В.А., О динамических усилиях в упряжных приборах поезда при изменении силы тяги локомотива.- Тр. ДИИТа,1945, вып.15, с. 3-51.

3. Лазарян В.А., О динамических усилиях в упряжных приборах поезда при трогании с места.- Там же, с. 52- 85.

4. Лазарян В.А., Влияние первоначального сжатия поезда на усилия в упряжных аппаратах. – Тр. ДИИТа, 1947, вып. 16, с. 3-20.

5. Лазарян В.А., О динамических усилиях в упряжных приборах пассажирских поездов. – Тр. ДИИТа, 1948, вып. 18, с. 3-90.

6. Лазарян В.А., О динамических усилиях в упряжных приборах поезда при немономтонном изменении силы тяги. – Тр.ДИИТа, 1948, вып.19, с.63-82.

7. Лазарян В.А., О применении обобщённых координат к исследованию вынужденных колебаний стержней. – Там же, с.83-92.

8. Лазарян В.А., О динамических усилиях, возникающих в упряжных приборах при торможениях однородного поезда. – Там же, с.120-133.

9. Лазарян В.А., Исследование неустановившихся режимов движения поезда. – М.: Трансжелдориздат, 1949. – 135с.

10. Лазарян В.А., О динамических усилиях в упряжных приборах однородных поездов при сопротивлениях относительным перемещениям экипажей. – Тр.ДИИТа, 1950, вып.20, с.3-32.

11. Об усилиях в упряжных приборах поезда при тяге и подталкивании. – Тр. ДИИТа, 1951, вып 21, с.3-12.

12. Лазарян В.А., Б.Д.Лапкин, Применение электромеханических аналогий и моделирования к исследованию удара механических систем. – Там же, с.13-32.

13. Лазарян В.А., Б.Д.Лапкин, Применение электрического моделирования к исследованию усилий в упряжных приборах поездов. – Техника железных дорог, 1951, № 6, с.26-29.

14. Лазарян В.А., К вопросу о выборе расчётной схемы при исследовании переходных режимов движения поездов. – Техника железных дорог, 1952, № 6, с.17-19.

15. Лазарян В.А., Исследования переходных режимов движения поездов при сплошном торможении и при переходах через переломы продольного профиля пути. – Тр.ДИИТа, 1953, вып.23, с.5-23.

16. Лазарян В.А., Електричне моделювання перехідних режимів руху стержнів з пружними недоскональностями. - Прикладна механіка, 1955, 1, № 3, с.311-324.

17. Лазарян В.А., Дослідження зусиль, що виникають в упряжних приладах при зрушуванні з місця вантажних поїздів. – Прикладна механіка, 1956, 2, № 1, с 16-28.

18. Лазарян В.А., Исследования усилий, возникающих при переходных режимах движения в

стержнях с различными упругими несовершенствами. – Тр.ДИИТа, 1956, вып.25, с.5-50.

19. Лазарян В.А., К вопросу об электрическом моделировании переходных режимов движения стержней. + Там же, с.84-123.

20. Лазарян В.А., О динамических усилиях, возникающих в упряжных приборах при трогании с места растянутых грузовых поездов. – Там же, с.124-151.

21. Лазарян В.А., О динамических усилиях, возникающих в сцепных приборах поездов при торможении. – В кн. Пути развития тормозной техники на железных дорогах СССР, М.: Трансжелдориздат, 1957, с.19-28.

22. Блохин Е.П., О влиянии неоднородного поезда на динамические усилия, возникающие в упряжных приборах при трогании с места. – Тр.ДИИТа, Вып. 26, М.:Трансжелдориздат, 1958. с.235-258.

23. Блохин Е.П., Электрическое моделирование продольных усилий, возникающих в неоднородных поездах при трогании с места. - Там же, с.270-289.

24. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Власні позовжні коливання систем, які складаються з трьох жорстких тіл і двох деформованих стержнів. – Прикладна механіка, 1951, 7, № 1, с. 61-65; № 5, с.477-481.

25. Лазарян В.А., Бодянов П.С., Гронский В.И., Влияние жёсткости связи между секциями локомотива на продольные усилия, возникающие при ударах.- Тр ДИИТа, 1961, вып. 35, с 66-98.

26. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Львов А.А., Продольные усилия, возникающие в тяжеловесных поездах при трогании с места. – Там же, с.112-147.

27. Лазарян В.А., Применение математических машин непрерывного действия к решению задач динамики подвижного состава железных дорог. – М.: Трансжелдориздат, 1962, 218с.

28. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Работа системы автоматического управления при переходных режимах движения поездов. – Вестник ВНИИЖТ, 1962, № 4, С.3-6.

29. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Влияние переходных режимов поезда на работу системы автоматического управления. – Тр.ДИИТа, 1963, вып.44, с.69-94.

30. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Исследование усилий, возникающих в грузовых поездах при включении в них восьмиосных полувагонов. Там же, с.49-57.

31. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Исследование с помощью модели-аналога усилий в упряжных приборах поезда при тяге и подталкивании. – Там же, с. 58-67.

32. Лазарян В.А., Бодянов П.С., Стукалов А.И., Сравнительные исследования поглощающих аппаратов автосцепки различной конструкции. – Там же, с.95-107.

33. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Каблуков В.А., Манашкин Л.А., Применение электронных моделей к решению задач о трогании поездов. – Вестник ВНИИЖТ, 1963, № 3, с.51-53.

34. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Каблуков В.А., Манашкин Л.А., Влияние времени нарастания силы тяги на продольные усилия при трогании однородного поезда. – Тр. ДИИТа, 1964, вып.50, с.21-27.
35. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., О выборе числа контуров при электрическом моделировании колебаний стержней. – Там же, с.28-34.
36. Белик Л.В., Каблуков В.А., Манашкин Л.А., Автоматический выбор шага при решении задач методом Рунге-Кутты. – Там же, с.35-38.
37. Лазарян В.А., Каблуков В.А., Стукалов А.И., Юспина Е.В., Исследование продольной динамики электропоезда. – Там же, с.92-104.
38. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Манашкин Л.А., Электрическое моделирование движения однородных поездов через переломы продольного профиля пути. – Там же, с.5-20.
39. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Каблуков В.А., Манашкин Л.А., Электронное моделирование трогания поезда с зазорами в упряжи. – Вестник ВНИИЖТ, 1964, № 2, с.56-60.
40. Лазарян В.А., Манашкин Л.А. Примененение электронных моделей при исследовании соударений вагонов. Там же, № 7, с.60-64.
41. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Про амортизацию удара, Прикладна механіка, 1964, 10, № 4, с.349-359.
42. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Работа амортизаторов при ударах, сопровождающихся действием постоянной по величине продольной силы. – Тр. ДИИТа, 1965, вып.55, с.97-104.
43. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Блохин Е.П., Влияние веса и длины пассажирского поезда на продольные усилия. – Тр. ДИИТа, 1966, вып.62, с.79-85.
44. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Влияние силовых характеристик фрикционных поглощающих аппаратов на особенности ударных процессов. – Там же, 1966, вып.59, с.9-15.
45. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Блохин Е.П., Каблуков В.А., Манашкин Л.А., Исследование переходных режимов движения нелинейных одномерных механических систем. – В кн.: Динамика машин, М.: Машиностроение, 1966, с.96-104
46. Лазарян В.А., Белик Л.В., Манашкин Л.А., Музыкакин В.А., Исследование процессов распространения упруго-пластических деформаций в одномерных системах. – В кн. 3-й Всесоюзный симпозиум по распространению упругих и упруго-пластических волн, Тез. докл., Ташкент, 1966, с.9.
47. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., К вопросу о влиянии характеристик связей одаомерных механических систем на переходные режимы движения. – Тр. ДИИТа, 1966, вып. 59, с.3-8.
48. Лазарян В.А., Белик Л.В., Манашкин Л.А., Музыкакин В.А., Численное решение задачи о переходных режимах движения одномерных многомассовых систем при помощи ЭВМ “Урал-3”. В кн.: Тезисы докладов V Всесоюзного совещания пользователей ЭВМ типа “Урал”, Тарту, 1966, с.55.
49. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Музыкакин В.А., Моделирование силовых характеристик связей, имеющих упруго-пластическую область деформаций. – В кн.: Динамика и прочность машин, 1967, выл.6, с.136-141.
50. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Юспина Е.В., Исследования при помощи машин непрерывного действия процессов, происходящих при продольном соударении одномерных механических систем. – Тр. ДИИТа, 1967, в.72, с.15-43.
51. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Юспина Е.В., Вашурин Л.А., Переходные режимы движения поезда, составленного из вагонов с подвижной хребтовой балкой при отсутствии зазоров в упряжи. – Там же, с.44-56.
52. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Зеленский В.А., К вопросу о переходных режимах движения поездов, вагоны которых оборудованы поглощающими аппаратами Ш-2-Т. – Там же, с.57-66.
53. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Барбас И.Г., Об усилиях в грузовых поездах при торможении локомотива прямодействующим тормозом. – Там же, с.67-73.
54. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Барбас И.Г., Бадикова Л.С. Юспина Е.В., Исследование работы поглощающих аппаратов в поездах. – Там же, вып.68, с.26-41.
55. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Барбас И.Г., Стукалов А.И., Манашкин Л.А., Юспина Е.В., Исследование работы поглощающих аппаратов типа Р-4п в длинносоставном пассажирском поезде. – Там же, с.19-25
56. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Барбас И.Г., Манашкин Л.А., Юспина Е.В., Исследование работы резино-металлических амортизаторов при ударах. – Там же, с.70-85.
57. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Блохин Е.П., Юспина Е.В., Продольные усилия, возникающие в тяжеловесном грузовом поезде при регулировочных торможениях. – Там же, с.3-9.
58. Лазарян В.А., Исследования в области переходных режимов движения механических систем, выполненные в Днепропетровске. – Прикладная механика, 1967, 3, № 10, с.123-128.
59. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Юспина Е.В., Исследование переходных режимов движения сжатых поездов, сформированных из вагонов с подвижными хребтовыми балками. – Тр. ДИИТа. 1968, вып.76, с.17-25
60. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., Юспина Е.В., Моделирование соударений сцепов из вагонов с подвижными хребтовыми балками. – Там же, с.26-32.
61. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Стамблер Е.Л., Движение легковесных вагонов в составах тяжеловесных поездов. – Там же, с.34-47.
62. Лазарян В.А., Барбас И.Г., Блохин Е.П., Белик Л.В., Манашкин Л.А., О распространении возмущений в одномерных системах с нелинейными упругими характеристиками и вязким сопротивлением связей. – В кн.: 3-й Всесоюзный съезд по теор-

ретической и прикладной механике: Аннотация докладов, М.: Наука, 1968, с.32.

63. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., Пуск в ход одномерных механических систем, имеющих предварительную затяжку амортизаторов. – Там же, с.54.

64. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Рвжов А.В., Пуск в ход одномерных механических систем, имеющих предварительную затяжку амортизаторов. – Прикладная механика, 1969, 5, №7. с.64-70.

65. Лазарян В.А., Белик Л.В., Манашкин Л.А., Музыкаин В.А., Распространение упруго-пластических волн деформаций в одномерных системах. – В кн.: Распространение упруго-пластических волн, Ташкент, ФАН Узб.ССР, 1969

66. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Рыжов А.В. Юпина Е.В., Ударные явления в динамике одномерных разветвленных систем. - Теория механизмов и машин, Харьков, 1969, вып.6, Изд.ХГУ, с.41-48.

67. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., К вопросу об определении оптимального значения необратимого поглощения энергии упруго-фрикционными амортизаторами. – Вестник ВНИИЖТа, 1969. № 8, с.23-25.

68. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., Влияние вида рассеяния энергии на наибольшие усилия, возникающие при переходных режимах движения одномерных систем. – Проблемы прочности, 1970, № 9 с.100-102.

69. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Вплив неоднорідності одновірної системи на зусилля та прискорення при перехідному режимі. – В кн.: Питання будівельної механіки, Будівельник, Київ, 1970, с.3-8.

70. Лазарян В.А., Стамблер Е.Л., Некоторые задачи о равновесии и колебаниях железнодорожного поезда. – В кн.: Некоторые задачи механики скоростного транспорта. Киев: Наукова думка, 1970, с.141-159.

71. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Белик Л.В., О выборе численных методов интегрирования уравнений движения существенно нелинейных одномерных механических систем. – Там же, с.125-135.

72. Манашкин Л.А., Хачапуридзе Н.М., Математическое и электронное моделирование продольных колебаний кузовов вагонов при ударе. – Там же, с. 103-114.

73. Манашкин Л.А., Хачапуридзе Н.М., Исследования продольных колебаний кузовов вагонов, оборудованных фрикционными амортизаторами, при соударениях. – Там же, с.115-124.

74. Лазарян В.А., Стамблер Е.Л., О моделях для исследования поперечных колебаний поезда. - Тр. ДИИТа. 1970. вып.84, с.3-14.

75. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Стукалов А.И., О продольных усилиях, возникающих при торможениях однородного поезда весом 10000 Т. – Там же. с.62-67.

76. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Музыкаин В.А., Продольное соударение упруго-пластических

одномерных систем через противоударный амортизатор. – В кн.: Волны в неупругих средах, Кишинёв, 1970, с.129-136.

77. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Собственные продольные колебания стержней с сосредоточенными массами, - Прикладная механика, 1970, 6, вып. 8, с.42-48.

78. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Влияние упруго-фрикционных амортизаторов на высокочастотные вибрации при ударах. - Тр. ДИИТа. 1971. вып.103, с.43-52.

79. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Бадикова Л.С., Интегральная оценка связей в поезде и определение их параметров по результатам натуральных испытаний. – Там же, с.3-17.

80. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Белик Л.В., К вопросу о математическом описании процессов происходящих при переходных режимах движения поездов с зазорами в упряжи. – Там же, с.18-28.

81. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Вашурин Л.А., О продольных усилиях и ускорениях вагонов с подвижной хребтовой балкой при троганиях неоднородных поездов. Там же, с.41-45.

82. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., Исследование переходных режимов движения одномерных систем при действии на них распространяющегося возмущения. - Тр. ДИИТа, 1971. вып.114, с.24-35.

83. Лазарян В.А., Стамблер Е.Л., О собственных поперечных колебаниях и устойчивости форм равновесия поезда. – Там же, с.40-59.

84. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Белик Л.В., Применение ЭЦВМ к исследованию переходных режимов движения поезда. – Там же, с.3-23.

85. Блохин Е.П., К вопросу об усилиях в неоднородном поезде. – Там же, вып.133, с.51-58.

86. Лазарян В.А., Конашенко С.И., О применении обобщённых функций при исследовании колебаний стержней с кусочно-постоянными параметрами. – Прикладная механика, 1971, 7, № 9, 70-76.

87. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., Применение электронных моделей к исследованию переходных режимов движения одномерных систем. - Аналоговая и аналого-цифровая вычислительная техника, 1971, вып.4, с.158-162.

88. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Белик Л.В., Влияние неоднородности состава на продольные усилия в поезде. - Тр. ДИИТа, 1972. вып.120, с.21-27

89. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Захаров В.Н., Итин М.Е., Автоматическое управление вспомогательными локомотивами объединённого поезда. – Там же, вып.128, с.3-11.

90. Блохин Е.П., О пуске в ход объединённых поездов. – Там же, с.12-31.

91. Лазарян В.А., Конашенко С.И., О продольных колебаниях одномерной системы упругих стержней, соединённых упругими связями. – Там же. с.125-136.

92. Лазарян В.А., Конашенко С.И., Обобщённые функции в задачах статики стержней с кусочно-постоянной жёсткостью. – Там же, 116-125.

93. Манашкин Л.А., Бондарев А.М., Хачапуридзе Н.М., Аналитические исследования продольных сил, возникающих в сечениях вагонов при соударениях. – Там же, с.

94. Лазарян В.А., Конашенко С.И., Преобразование аргумента в задачах о поперечных колебаниях стержней. – Прикладная механика, 1972, **8**, № 7, с.66-73.

95. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Мьльничук Н.А., Применение электронного моделирования в статистических исследованиях продольных сил, действующих на вагоны при пуске поезда в ход. – Вестник ВНИИЖТа, 1972, № 5, с.21-23.

96. Манашкин Л.А., Определение жесткости связи при исследованиях переходных режимов движения грузовых поездов, вагоны которых оборудованы фрикционными поглощающими аппаратами автосцепки., - Известия ВУЗов, серия Машиностроение, 1972, № 1, с.105-108.

97. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Белик Л.В., Влияние неоднородности состава на продольные усилия при экстренном торможении. - Тр. ДИИТа, 1973. вып.143, с.3-8.

98. Блохин Е.П., Стамблер Е.Л., К вопросу об устойчивости от схода с рельсов легковесных вагонов, движущихся в составах тяжеловесных поездов. – Там же, с.13-16.

99. Манашкин Л.А., Юрченко А.В., Скалозуб В.В., Моделирование продольно-изгибных колебаний кузовов вагонов при продольных ударах. - Там же. с.

100. Лазарян В.А., О переходных режимах движения поезда, Там же, вып.152, с.3-43.

101. Лазарян В.А., Рыжов А.В., Богомаз Г.И., Исследование с помощью ЭВМ пуска в ход наливных поездов.. – Там же, с.44-53.

102. Манашкин Л.А., Юрченко А.В., Исследования продольных колебаний амортизированных грузов при транспортировке. – Там же, с.

103. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Белик Л.В., Продольные колебания нелинейных одномерных систем при возмущениях, распространяющихся вдоль их длины. – Прикладная механика, 1973, **9**, № 6, с.89-94.

104. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., Продольные колебания упругих стержней при распространяющихся возмущениях. - Там же, 1974, **10**, № 5, с. 132-137.

105. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Юрченко А.В., Дифференциальные уравнения механических систем с переменными параметрами. - Там же, № 6, с.125-129.

106. Лазарян В.А., Конашенко С.И., Обобщенные функции в задачах механики. – Киев.: Наукова думка, 1974, - 190с.

107. Лазарян В.А., Белик Л.В., Маслеева Л.Г., Стамблер Е.Л., Исследования переходных режимов

движения поезда. – Тр. БИТМ, 1974, вып.26, с.183-189.

108. Лазарян В.А., Рыжов А.В., Богомаз Г.И., Хачапуридзе Н.М., Юрченко А.В., Моделирование переходных режимов движения поездов с жидкими и твердыми грузами. – Там же, с.189-193.

109. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Юрченко А.В., Ратнер Б.С., Ханин М.С., Бондарев А.М., Применение электронного моделирования к исследованию случайных нестационарных колебаний вагонов в поезде и при продольных ударах. – Там же, с.

110. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Юрченко А.В., Исследование случайных продольно-изгибных колебания одномерных конструкций при продольных ударах. – В кн.: Колебания упругих конструкций с жидкостью, Новосибирск: Сб. научных докладов 2-го симпозиума, 1974, с.129-133.

111. Лазарян В.А., Блохин Е.П., О математическом моделировании движения поезда по переломам продольного профиля пути. – Тр.МИИТа, 1974, вып.444, с.83-123.

112. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Каракашьян З.О., Критиков И.А., Першин В.Я., Исследование работы гидрогазовых поглощающих аппаратов типа ГА-100м при ударах. – Тр.ДИИТа, 1975, вып. 158, с.34-44.

113. Лазарян В.А., Применение обобщённых координат к исследованию вынужденных колебаний стержней. – Там же, с.3-15.

114. Блохин Е.П., Итин М.Е., Манашкин Л.А., Кедря М.М., Применение электронного моделирования к исследованию динамических процессов в объединенных поездах с автоматически управляемыми вспомогательными локомотивами. – Там же, вып.162/6, с.

115. Лазарян В.А., Стамблер Е.Л., О собственных вертикальных колебаниях поезда с одношарнирными междувагонными соединениями. – Там же, вып. 169/21, с.138-142.

116. Манашкин Л.А. Исследование с помощью ЭВМ продольных и вертикальных колебаний рефрижераторных вагонов при продольных ударах. – Там же, с

117. Манашкин Л.А., Бондарев А.М., 0 статистических исследованиях переходных режимов движения при торможениях сжатых поездов. – Там же, с.

118. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Математическая модель колебаний сложных одномерных многомассовых систем. – В кн.: 4-й Всесоюзный съезд по теоретической и прикладной механике. Киев: Наукова думка, 1976, с.28.

119. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., Рыжов А.В., Богомаз Г.И., Продольные колебания одномерных систем с полостями, содержащими жидкость. – В кн. Колебания упругих конструкций с жидкостью: Сб. Научных докладов 3-го симпозиума, М.: Волна, 1976, с. 47-50.

120. Манашкин Л.А., Юрченко А.В., Исследование с помощью АВМ случайных продольно-изгибных колебаний вагонов при продольных ударах, - В кн.: Динамика и прочность высокоскорост-



ного наземного транспорта, Киев, Наукова думка, 1976., с.31-36.

121. Манашкин Л.А., Исследование продольных колебаний одномерных систем с подвижными грузами при переходных режимах движения. – Там же, с 37-45.

122. Богомаз Г.И., Рыжов А.В., Пуск в ход предварительно растянутых наливных поездов. – Там же, с.46-53.

123. Блохин Е.П., Гребенюк П.Т., Каракашьян З.О., Стамблер Е.Л., Першин В.Я., О переходных режимах движения поездов, оборудованных гидрогазовыми поглощающими аппаратами. – Там же, с.54-63.

124. Манашкин Л.А., Бондарев А.М., Электронное моделирование тормозных сил при статистических исследованиях переходных режимов движения поездов. – Тр.ДИИТа, 1976, вып. 182/22, с.68-76.

125. Лазарян В.А., Блохин Е.П., К вопросу о проектировании продольного профиля железных дорог. – Тр.ДИИТа, 1977, вып.190/23, с.71-73.

126. Манашкин Л.А., Бондарев А.М., Кедря М.М., Исследование с помощью АВМ сил, действующих на вагоны неоднородного поезда при пуске в ход и экстренном торможении. – Там же., с.

127. Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Маслеева Л.Г., К вопросу о понижении порядка системы дифференциальных уравнений движения поезда при оценке статистических характеристик сил, действующих на вагоны в случаях движения через переломы продольного профиля пути. – Там же, вып.195/24, с.48-56.

128. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Итин М.Е., Юсупина Е.В., Некоторые результаты опытных поездок с объединёнными поездами в эксплуатационных условиях. – В кн.: Механика наземного транспорта., 1977, с.24-46.

129. Манашкин Л.А., Определение оптимальной формы силовой характеристики возвращающих устройств гидравлических амортизаторов удара при соударениях вагонов, - Там же, с.16-20.

130. Лазарян В.А., Филиппюк С.И., Пуск в ход тяжеловесного поезда, остановленного на подъёме. – В кн.: Нагруженность, колебания и прочность сложных механических систем, Киев: Наукова думка, 1977, с.88-94.

131. Манашкин Л.А., Бондарев А.М., Влияние подвижности грузов на статистические характеристики сил, действующих на вагоны сжатого поезда при экстренном торможении. – Там же, с..

132. Лазарян В.А., Науменко Н.Е., Хачапуридзе Н.М., Математическое моделирование движения конвейерного поезда. – Там же, 1979, с.85-92.

133. Манашкин Л.А., Юрченко, А.В., Исследование гидропневматических амортизаторов удара с помощью электронного моделирования. - Вестник машиностроения, 1977, № 6, с.7-11

134. Манашкин Л.А. Исследование особенностей колебаний вагонов, оборудованных гидравлическими поглощающими аппаратами. – В кн.: Вопросы исследования надежности и динамики эле-

ментов транспортных машин и подвижного состава железных дорог, Тула, ТПИ,1977, с.50-57.

135. Блохин Е.П., Маслеева Л.Г., О возможности понижения порядка системы дифференциальных уравнений движения поезда при возмущении, распространяющимся вдоль его длины. – Тр.ДИИТа. 1978, вып.199/25, с.47-54.

136. Манашкин Л.А., Колебания линейных одномерных систем с подвижными грузами при продольных ударах. - Прикладная математика и механика, 1978, т.42, вып. 6, с.1141-1145.

137. Манашкин Л.А., Определение оптимального коэффициента сил неупругого сопротивления сжатию. – Известия ВУЗов: Машиностроение, 1979, № 6, с.94-98.

138. Манашкин Л.А., Кнышенко В.С., Влияние рассеяния энергии в нелинейных соединениях с жёсткими характеристиками на продольные колебания одномерных многомассовых систем при пуске их в ход. Тр.ДИИТа, 1980, вып.210/27, с.35-42.

139. Лазарян В.А., Манашкин Л.А., О понижении порядка системы дифференциальных уравнений движения многомассовой цепочки твёрдых тел. - Прикладная механика, 1981, 17, № 3, с.122-128.

140. Манашкин Л.А., Кнышенко В.С., Образование волн ударов в нелинейных одномерных системах при распространяющихся возмущениях. – В кн.: Нагруженность и динамические качества механических систем, Киев: Наукова думка, 1981, с.62-67.

141. Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Выбор времени нарастания силы, развиваемой локомотивом. – Вестник ВНИИЖТа, 1982, № 2, с.26-27.

142. Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Динамика поезда, - М.:Транспорт, 1982, 222с.

143. Манашкин Л.А., О влиянии сопротивления движению на силы в автосцепках при трогании с места однородных растянутых поездов. – Известия ВУЗов: Машиностроение, 1982, № 4, с.90-94.

144. Манашкин Л.А., Грановская Н.И. – Математическая модель поезда для нахождения нагруженности вагона. - В кн.: Проблемы динамики и прочности подвижного состава., ДИИТ,1984, с.24-28

145. Манашкин Л.А., Грановская Н.И., Маслеева Л.Г., О вычислении внешней силы при интегрировании сокращённой системы дифференциальных уравнений движения поезда. – В кн.: Проблемы динамики, прочности и устойчивости движения железнодорожного подвижного состава., ДИИТ, 1981, с27-35.

146. Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Стамблер Е.Л., Маслеева Л.Г., Михайленко В.М., Грановская Н.И., Расчёты и испытания тяжеловесных поездов. – М.:Транспорт, 1986, 261с.

147. Манашкин Л.А., Грановская Н.И., Жаковский А.Д., Калинин Е.А., Математическая модель для исследования нагруженности пятникового узла грузового вагона при колебаниях в вертикальной продольной плоскости. – В кн.: Динамическая нагруженность железнодорожного подвижного состава. – ДИИТ, 1988, с.59-69.

148. Блохин Е.П., Манашкин Л.А., О предельных значениях ускорений для пассажирских поездов. – Вестник ВНИИЖТа, 1989, № 1, с.45-48.

149. Манашкин Л.А., Грановская Н.И., Урсуляк Л.В., О понижении порядка уравнений движения поезда при определении продольных ускорений в длинносоставных поездах. – В кн.: Колебания и динамические качества железнодорожного подвижного состава, ДИИТ, 1989, с.25-31.

150. Манашкин Л.А., Грановская Н.И., Дифференциальные уравнения пространственных колебаний поезда. - В кн.: Механика транспорта: вес поезда, скорость, безопасность движения, ДИИТ, 1994, с.15-25

151. Манашкин Л.А., Грановская Н.И., Колбун В.В., Продольные и вертикальные силы в поездах из порожних полувагонов при переходных режимах движения. – Там же., с.25-33

152. Пшинько А.Н., О математической модели движения поезда при решении задачи износа колёс и рельсов. – В кн.: Нагруженность и прочность подвижного состава, ДИИТ, 1998, с.29-46.

153. Блохин Е.П., Манашкин Л.А., Грановская Н.И., Математическое моделирование обезгруживания вагонных тележек. – Вестник ВНИИЖТа, 1989, № 5, с.26-28.

154. Конашенко С.И., Василичева Т.В., Козлова Л.А., Конечно-элементный подход к исследованию переходного режима в поезде при торможениях и движении по переломам продольного профиля пути. – Тр. ДИИТа, 1991, вып. 281/32, с. 10-14.

155. Блохин Е.П., Исследование с помощью ЭЦВМ пуска в ход предварительно сжатого поезда, у которого локомотивы распределены по длине. Сб. «Некоторые задачи механики скоростного транспорта», «Наукова думка», Киев, 1970. – с.135-141.

156. Блохин Е.П., К вопросу торможения объединённых поездов, Тр.ДИИТа, вып.137, Днепропетровск, 1971. – с.11-19.

157. Блохин Е.П., Об усилиях при трогании объединённого строенного поезда, Тр.ДИИТа, вып.137, Днепропетровск, 1971. – с.3-10.

158. Блохин Е.П., Продольные усилия, возникающие в объединённом сдвоенном поезде при регулировочных торможениях, Тр.ДИИТа, вып.133, Днепропетровск, 1971. – с.59-67.

159. Лазарян В.А., Блохин Е.П., Захаров В.Н., Итин М.Е., Автоматическое управление вспомогательными локомотивами объединённого поезда, Тр.ДИИТа, вып.128, Днепропетровск, 1971.

160. Блохин Е.П., Что показал опыт вождения объединённых поездов. – Ж/д транспорт – 1972, №3. – с.54-56.

161. Блохин Е.П., Иноземцев Е.Я., Стамблер Е.Л., Урсуляк Л.В., Об одном возможном способе безопасного вождения тяжеловесных грузовых поездов. Вестник ВНИИЖТ, №3. – М.: Транспорт, 1987. с.12-14.

162. Блохин Е.П., Гребенюк П.Т., Динамика поезда/Железнодорожный транспорт: Энциклопедия.

М: Большая Российская энциклопедия, 1994. с.113-116.

163. Блохин Е.П., Продольные нагрузки при переходных режимах движения поезда. Залізничний транспорт України. 2000. – №3. – с.8-11.

164. Блохин Е.П., Влияние неодновременного включения локомотивов на усилия в сдвоенном поезде. Железнодорожный транспорт. – 1970, №12. – с.24-26.

165. Блохин Е.П., Вычисление с помощью ЭЦВМ усилий, возникающих при пуске в ход неоднородных поездов весом 10-20 тысяч тонн. Тр.ДИИТа, вып.128, Днепропетровск, 1971. – с.31-36.

166. Блохин Е.П., Белик Л.В., Стамблер Е.Л., Маслеева Л.Г., Гребенюк П.Т., К задаче о регулировочном торможении поезда, движущегося по пути ломаного профиля. Сб. науч. трудов ДИИТ, вып.152, Днепропетровск, 1973. – с.79-85.

167. Блохин Е.П., Маслеева Л.Г., Об устройстве сопряжений на переломах продольного профиля пути. Транспортное строительство, №3, 1982. – с.46-47.

168. Блохин Е.П., Юрченко А.В., Янгулов Н.П., Дифференциальные уравнения пространственных колебаний одномерных механических систем с переменными параметрами. Прикладная механика. Т.ХХ, №1, 1984. – с.106-111.

169. Блохин Е.П., Кантор И.И., Стамблер Е.Л., Урсуляк Л.В., Сопряжение элементов продольного профиля скоростных железных дорог. Транспортное строительство. №10, 1987. – с.8-11.

170. Блохин Е.П., Кантор И.И., Урсуляк Л.В., К обоснованию норм сопряжения элементов продольного профиля пути высокоскоростной специализированной магистрали. Транспортное строительство. №7. – М.:Транспорт, 1991. – с.12-15.

171. Блохин Е.П., Железнов К.И., Урсуляк Л.В., Моделирование эксплуатационных режимов торможения. Межвузовский сб. научн. тр., - Днепропетровск, 1994. – с.90-95.

172. Блохин Е.П., Кантор И.И., Стамблер Е.Л., Урсуляк Л.В., О корректировке некоторых участков продольного профиля высокоскоростной пассажирской магистрали. Межвузовский сб. научн. тр., - Днепропетровск, 1995. – с.4-11.

173. Блохин Е.П., Урсуляк Л.В., Луханин М.И., О торможении длинносоставных поездов. «Залізничний транспорт України». №5, 2008. с.19-21.

174. Железнов К.И., Урсуляк Л.В., Новый подход к решению задачи о моделировании продольной динамики и поступательного движения поезда. Вісник ДПТУ, вип.8, Дніпропетровськ, 2005, с.107-112.

175. Железнов К.И., Урсуляк Л.В., Алгоритм оптимізації режиму руху поїзда. Збірник наукових праць «Транспорт», вип.10, Дніпропетровськ, 2002, с.81-86.

176. Моделирование динамики рельсовых экипажей [текст]/ С.В.Мямлин. – Д. – Новая идеология, 2002. – 240 с.

177. Блохин Е.П., Пшинько А.Н., Мямлин С.В., Урсуляк Л.В., Грановская Н.И., Моделирование движения поезда в аварийных ситуациях. Журнал «Залізничний транспорт» № 2, 2005, с. 16-18.

178. Блохин Е.П., Пшинько А.Н., Мямлин С.В. и др., Моделирование движения поезда в аварийных ситуациях / Залізничний транспорт України. – 2005. - №2 – с.16-18.

179. Железнов К.И., Урсуляк Л.В., Глухов В.В., Бабакова О.В., Тренажерный комплекс – современный способ обучения и повышения квалификации машинистов локомотивов. Журнал «Локомотив-инфо» № 3, 2005.

180. Железнов К.И., Урсуляк Л.В., Моделирование тормозных систем поезда для программно-

аппаратного комплекса «Тренажер машиниста». Межвузовский сборник научных трудов, «Нагруженность и прочность подвижного состава», Днепропетровск, ДИИТ, 1998г.

181. Блохин Е.П., Урсуляк Л.В., Железнов К.И., Когда вагон теряет устойчивость. Вагоны и вагонное хозяйство, № 2, 2008, М., с.36-39.

182. Железнов К.И., Урсуляк Л.В., Моделирование работы локомотивов GT26CW и тормозной системы Кнорр в тренажере машиниста. Збірник наукових праць “Транспорт”, Вип. 6, Дніпропетровськ, 2000.

Поступила в редколлегию 08.09.2009