

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 26

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
17 – 18 мая 2022 г.*

ЧАСТЬ II

Под общей редакцией профессора С.В. Коновалова

**Новокузнецк
2022**

ББК 74.48.288
Н 340

Редакционная коллегия:

канд. техн. наук, доцент Баклушина И.В.,
канд техн. наук, доцент Темлянцева Е.Н.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 17–18 мая 2022 г. Выпуск 26. Часть II. Технические науки / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. С.В. Коновалова – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 2022. – 317 с. : ил.

ISSN 2500-3364

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Вторая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области теории механизмов, машиностроения, транспорта, экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

рует собственный комплекс, предназначенный для ремонтно-строительной деятельности. Основанием централизованного управления железнодорожным транспортом являются хозрасчетные взаимоотношения внутри производственных систем и между ними. Несмотря на это перевозка в законченном виде образуется на уровне отрасли.

Таким образом, на железнодорожном транспорте используются различные методы управления железнодорожными перевозками. Они применяются и на других видах транспорта. В условиях рыночной экономики совокупность всех этих приемов и методов и правильная организация для решения управленческих задач являются наиболее необходимыми.

Библиографический список

1. Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Дата официальной публикации: 30.03.2011 г. Ссылка на ресурс: <http://doc.rzd.ru>;

2. Козырев, В. А «Управление персоналом на железнодорожном транспорте»/ Козырев В. А. – Москва, 2007. – 304 с.

УДК 624.072.327.2

К ВОПРОСУ О НАХОЖДЕНИИ МНОГООБРАЗИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ АРОК

Устименко А.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Баклушина И.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: baklushina-is@mail.ru*

В статье решается вопрос нахождения многообразия конструктивных схем двухопорных арок с использованием многозвенных групп Ассура. Представлены возможные варианты организации дугообразных стержней арки из звеньев группы нулевой подвижности, выведена зависимость для подсчета вариантов схем и организованы все конфигурации четырехстержневых строительных арочных конструкций.

Ключевые слова: структурный синтез, кинематические цепи нулевой подвижности, замкнутый изменяемый контур, универсальная структурная система, стержневая конструкция, строительная арка.

Вопрос нахождения многообразия структур вызывает интерес как у исследователей, занимающихся общей теорией механических систем, так и весьма актуален для инженеров – строителей, решающих частные задачи проектирования стержневых конструкций.

Опыт синтеза конструктивных схем строительных арок при научной школе профессора Дворникова Л.Т. показал получение реальных стержне-

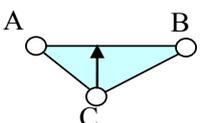
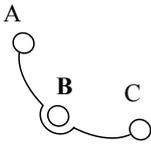
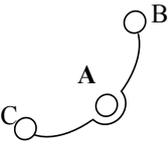
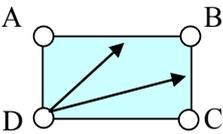
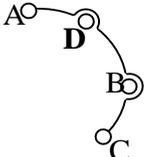
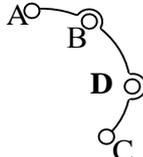
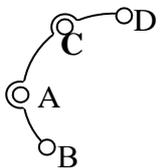
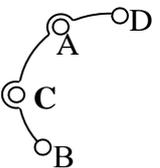
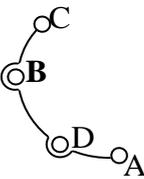
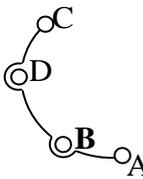
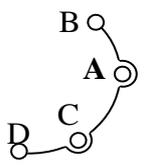
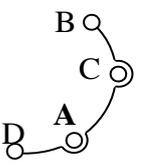
вых систем, подтвержденных патентами РФ [1, 2, 3]. В работе автора настоящей статьи [4] подробно показаны этапы построения стержневой конструкции с преобразованием зависимостей, определяющих возможные значения основных параметров на примере десятистержневой двухопорной арки.

Становится очевидным, что задача синтеза сегодня вполне теоретически разрешаема, т. к. практические результаты подтверждены охранными документами

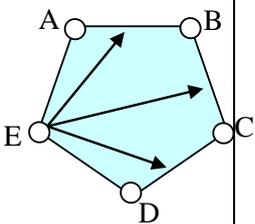
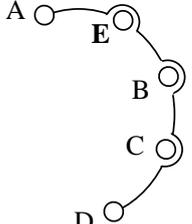
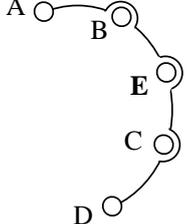
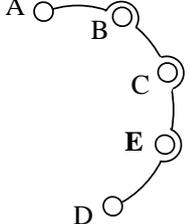
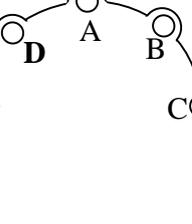
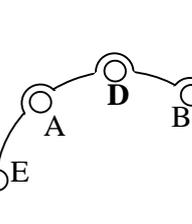
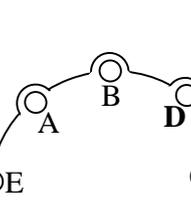
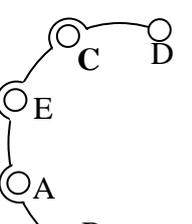
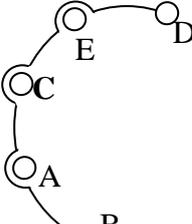
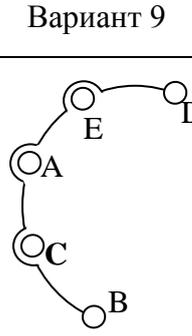
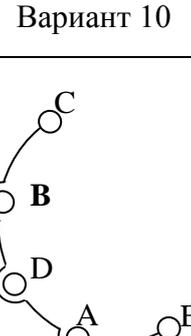
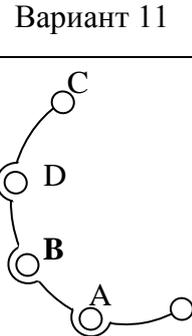
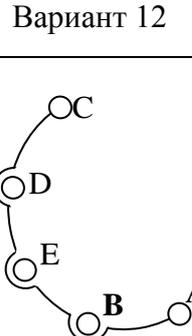
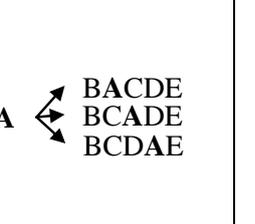
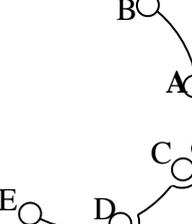
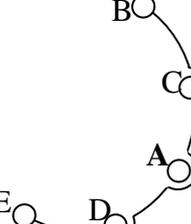
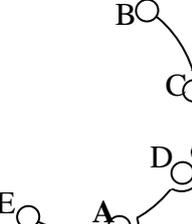
Зная, процедуру организации строительных арок из группы нулевой подвижности возникает вопрос о нахождении всего многообразия их структур.

Проведём исследование по установлению возможных комбинаторик конструктивных схем. Не вызывает сомнений, что линейное звено группы при переходе в двухопорный стержень арки имеет только один вариант. Треугольная сложность звена выявляет три различных варианта (таблица 1, а), а именно АСВ, ВАС, АВС. Четырёхугольное звено даёт уже восемь вариаций (таблица 1, б), т.е. каждый шарнир может переместиться на две стороны, не имеющие с ним связь. Пятиугольник имеет пятнадцать возможных вариантов организации дугообразных стержней (таблица 1, в), шестиугольник – двадцать четыре (таблица 1, г) и т. д. Далее усложнять звено не будем, т. к. мног шарнирные стержни вряд ли найдут применение в реальных строительных конструкциях, хотя количество комбинаций положений узлов легко вычислить у звеньев любой сложности.

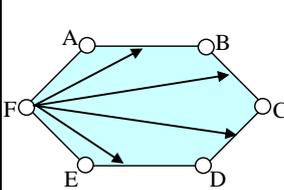
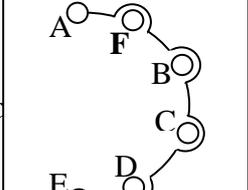
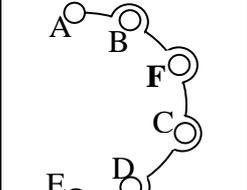
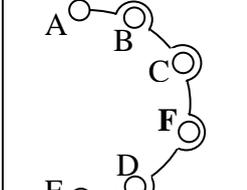
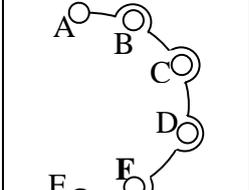
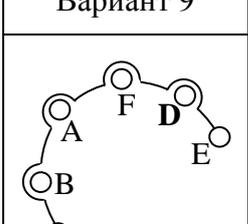
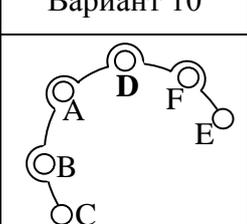
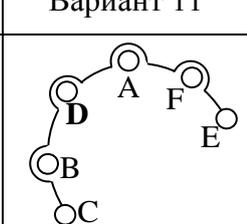
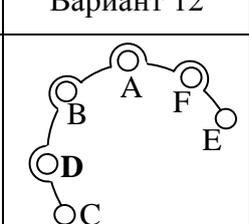
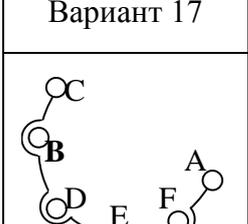
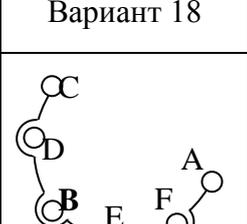
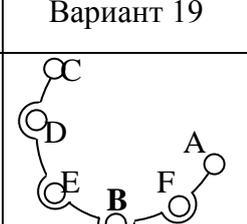
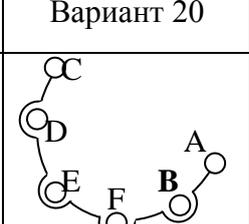
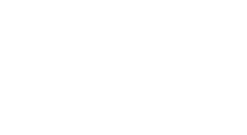
Рисунок 1 – Возможные варианты организации стержней арки из звеньев группы нулевой подвижности

а)	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	
 <p> C → АСВ B → АВС A → САВ </p>				
б)	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
 <p> D ↗ АDBC ↘ ABDC C ↗ DCAB ↘ DACB B ↗ CBDA ↘ CDBA A ↗ BACD ↘ BCAD </p>				
	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
				

Продолжение таблицы 1

в)	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
				
E	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
D				
C	Вариант 9	Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12
B				
A	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15	
				

Окончание таблицы 1

Г)	Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
				
<ul style="list-style-type: none"> F → AFBCDE F → ABFCDE F → ABCFDE F → ABCDFE E → FEABCD E → FAEBCD E → FABECD E → FABCED 	Вариант 5	Вариант 6	Вариант 7	Вариант 8
<ul style="list-style-type: none"> D → EDFABC D → EFDABC D → EFADBC D → EFABDC 				
<ul style="list-style-type: none"> C → DCEFAB C → DECFA B C → DEFCAB C → DEFACB 	Вариант 9	Вариант 10	Вариант 11	Вариант 12
<ul style="list-style-type: none"> B → CBDEFA B → CDBEFA B → CDEBFA B → CDEFBA 				
<ul style="list-style-type: none"> A → BACDEF A → BCADEF A → BCDAEF A → BCDEAF 	Вариант 13	Вариант 14	Вариант 15	Вариант 16
	Вариант 17	Вариант 18	Вариант 19	Вариант 20
				
	Вариант 21	Вариант 22	Вариант 23	Вариант 24
				

Известно [5], что сложность звена определяется количеством сторон или числом кинематических пар. Обозначим через N число сторон звена, тогда каждый шарнир p этого звена может быть перемещен на $(N - 2)$ сторон, т.е. свободных, не имеющих с ним кинематическую связь. Тогда, чтобы сосчитать комбинации (S_p) звена достаточно найти произведение количества пар, определяющих его сложность, и числа свободных сторон звена. В таблицу 2 сведены результаты вычислений.

Таблица 2 – Результаты вычислений вариантов схем звеньев различной сложности

Сложность звена	Число сторон или число пар, (N или p)	Количество свободных сторон звена, ($N - 2$)	Количество вариантов схем звена, ($S_p = p \cdot (N - 2)$)
Треугольник	3	1	3
Четырехугольник	4	2	8
Пятиугольник	5	3	15
Шестиугольник	6	4	24
...

Тогда общее количество вариаций конструкций арок может быть определено, перемножением всех вариантов схем звеньев, составляющих группу.

$$S_{общ} = S_3 \cdot S_4 \cdot S_5 \cdot S_6 \cdot \dots \cdot S_i, \quad (1)$$

учитывая, что $S_p = [p \cdot (N - 2)]^k$, где k – количество звеньев соответствующей сложности p или N .

Найдем все многообразие четырехстержневых двухопорных балок. Их организацию будем проводить из четырехзвенной группы нулевой подвижности с замкнутым изменяемым контуром (таблица 2, а). Группа Ассура имеет два линейных звена 2, 3 и два трехпарных (по $p = 3$) звеньев 1 и 4. Подставим в формулу (1) значения и получим девять возможных вариаций $S_{общ} = S_3 = [3 \cdot (3 - 2)]^2 = 9$.

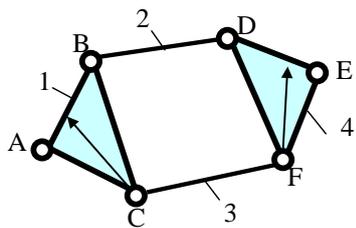
Построим все варианты схем арочных систем.

Построение ведется путем организации каждого звена группы в дугообразный стержень арки. Для реализации первого варианта схемы переместим шарнир С на ось стержня 1 и шарнир F на ось стержня 4 и получим четырехстержневую арку, показанную на рисунке 2,б на которую есть патент РФ [1], как на полезную модель.

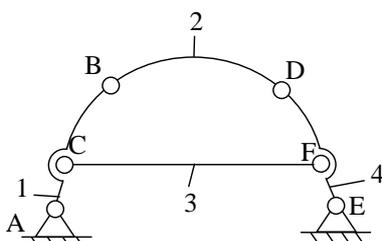
Применяя различные варианты возможных перемещений шарниров, найдены все конфигурации конструкций арок. Следует обратить внимание на аналогичность схем вариантов 1 – 4, 2 – 5 и зеркальность несимметричного исполнения 6 – 9, 7 - 8. Следовательно, четырехстержневых конструктивных схем арочных систем, отличающихся друг от друга, существует пять.

Таблица 2 – Многообразие схем четырехстержневых арок

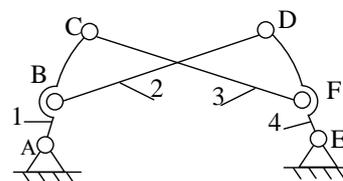
а)



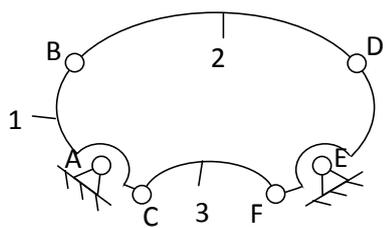
б) Вариант 1



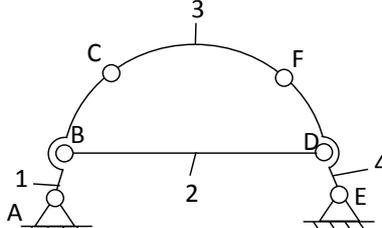
Вариант 2



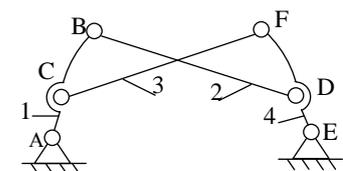
Вариант 3



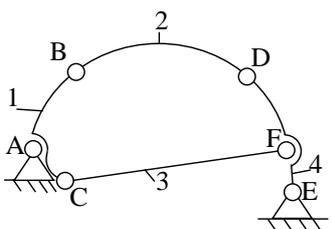
Вариант 4



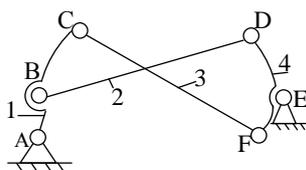
Вариант 5



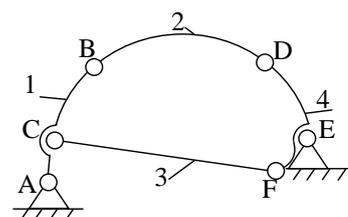
Вариант 6



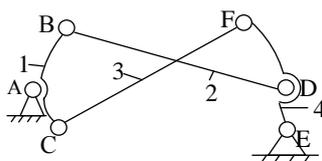
Вариант 7



Вариант 8



Вариант 9



Таким образом, можно осуществлять построение всего многообразия структур любых многостержневых арок, а разработка компьютерной программы ускорит этот процесс, проводя переборку вариантов и отбраковку идентичных схем.

Библиографический список

1. Патент на полезную модель №185541. Четырехстержневая строительная арка. / Л.Т. Дворников, И.С. Баклушина, М.Х. Зокиров. – Новокузнецк, 2018г.
2. Патент на изобретение №2682290. Шестистержневая арка. / Л.Т. Дворников, И.С. Баклушина. – Новокузнецк, 2019г.
3. Патент на изобретение №197270. Восьмистержневая трехярусная арка.

/ Л.Т. Дворников, И.С. Баклушина, М.Х. Зокиров. – Новокузнецк, 2020 г.

4. Устименко А.Е. Структурный синтез десятистержневой строительной арки. / А.Е. Устименко, М.Х. Зокиров. – Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 12 – 14 мая 2021 г. – Новокузнецк : СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. 1 : Естественные и технические науки. – С. 129-133.

5. Дворников Л.Т. Начало теории структуры механизмов: учеб. пособие/Л.Т. Дворников. СибГГМА. – Новокузнецк, 1994. -102 с.

УДК 621.01

К ВОПРОСУ СИНТЕЗА РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ПЛОСКИХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Худаев К.А., Соколов А.А., Катан В.И.

**Научные руководители: канд. тех. наук, доцент Баклушина И.С.,
канд. тех. наук, доцент Гудимова Л.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: xudaev99@bk.ru*

В работе изложена актуальная проблема синтеза рациональной конструкции схемы безизбыточного механизма, создание которой позволяет исключить в приводе рычажного механизма ножниц вредных сил сопротивлений, т.е. существенно уменьшить энергетические расходы технологического цикла.

Ключевые слова: степень подвижности, плоский рычажный механизм, кинематические цепи, избыточные связи, структурная формула, замкнутые изменяемые контуры, класс кинематической пары, число независимых движений.

К созданию механизмов и машин на современном этапе развития промышленности предъявляют ряд требований, касающихся главным образом повышения коэффициента полезного действия, расширения функциональных возможностей механических систем и снижение энергетических затрат технологического цикла.

В настоящее время практически во всех отраслях промышленности нашли применение плоские рычажные механизмы. Такие механизмы имеют в своём составе двух- и одноподвижные кинематические пары, т.е. четвертого и пятого классов. Проектирование таких механизмов основано на кинематических и силовых исследованиях, подробно рассмотренных в теории механизмов и машин. Отметим, что при определении реакций в опорах, до настоящего времени, применяется принцип Даламбера, в котором при силовом анализе принято считать известными точки приложения реакций опор, находящиеся в центре шарнира, что дает возможность, используя условия равновесия, находить их направление и величину.

Однако, невозможно изготовить деталь, размеры которой соответ-

СОДЕРЖАНИЕ

I ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ	2
ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ	
<i>Новиков Р.В.</i>	3
К ВОПРОСУ О НАХОЖДЕНИИ МНОГООБРАЗИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ СТРОИТЕЛЬНЫХ АРОК	
<i>Устименко А.Е.</i>	6
К ВОПРОСУ СИНТЕЗА РАЦИОНАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ПЛОСКИХ РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	
<i>Худаев К.А., Соколов А.А., Катан В.И.</i>	12
К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ РЕЛЬСОВОГО ПРОФИЛЯ	
<i>Санжаровский А.В.</i>	15
СПОСОБ СБОРКИ БЕЗВОДИЛЬНЫХ ПЛАНЕТАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ	
<i>Торушпанов К.В.</i>	20
МЕТОДЫ СОЗДАНИЯ МЕХАНИЗМОВ БЕЗ ИЗБЫТОЧНЫХ СВЯЗЕЙ	
<i>Шуберт А.П.</i>	25
КОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ДРОБИЛЬНОЙ МАШИНЫ, РАБОТАЮЩЕЙ НА СДВИГ	
<i>Лубин В.А.</i>	28
АНАЛИЗ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УДАРНО-ТЯГОВЫХ УСТРОЙСТВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ЭКСПЛУАТАЦИИ	
<i>Абдирахманов Ж.А., Джаббаров Ш.Б.</i>	32
СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЗДУХА В КАЧЕСТВЕ ХЛАДАГЕНТА	
<i>Абдирахманов Ж.А., Инояттов К.Х., Жумабеков Б.Ш.</i>	37
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СТРАТЕГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
<i>Новиков Р. В.</i>	40
НАЗНАЧЕНИЕ И ПРИНЦИП УСТРОЙСТВА СКРЕБКОВЫХ КОНВЕЙЕРОВ	
<i>Суджаян А.А.</i>	43
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ УДАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ГИДРОМОЛОТОВ	
<i>Корчуганов В.А.</i>	47
К ВОПРОСУ ОБ УСТРАНЕНИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕУРАВНОВЕШЕННОСТИ ВОДИЛА В ПЛАНЕТАРНОМ РЕДУКТОРЕ	
<i>Серебряков И.А.</i>	52
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАСЧЕТОВ КОРРИГИРОВАННЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС	
<i>Дубровская С., Ващенко Е.</i>	56
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА	
<i>Соседов Г.Ю., Хромовских В.А.</i>	59