

## **РАЗРАБОТКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ И ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСКИХ РАБОТ**

**Куспеков К.А.**

Казахский национальный технический университет им. К.И. Сатпаева», Алматы, Казахстан  
(050013, г. Алматы, ул. Сатпаева, 22), e-mail: kuspekov\_k@mail.ru

Транспортная сеть рассматривается как разновидность инженерных сетей. Приведены технико-экономическое обоснование и планировка транспортных сетей, влияние геометрии трассы на конфигурацию сети. Рассматривается методика построения оптимальной конфигурации сети для погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских (ПРТС) работ, позволяющей адресовать груз по кратчайшему пути от пункта отправки до пункта назначения. В процессе проектирования транспортная схема сети геометрически моделируется кратчайшими линиями, связывающими заданные пункты. Решение сводится к проблеме Штейнера – построению кратчайшего дерева для заданного множества точек с введением дополнительных вершин, оптимизирующих ее решение. Предлагаются евклидова, ортогональная и полярная модели сети для расчета транспортных схем ПРТС работ. Каждая из приведенных моделей в процессе проектирования может применяться как самостоятельно, так и в сочетании с другими моделями.

## **DEVELOPMENT OF GEOMETRICAL MODELS OF TRANSPORT NETWORKS FOR CARGO HANDLING AND TRANSPORT-WARE-HOUSE WORKS**

**Kuspekov K.A.**

The Kazakh national technical university of K.I.Satpaeva», Almaty, Kazakhstan  
(050013, Almaty, Satpayev St,22), e-mail: kuspekov\_k@mail.ru

A transport network is examined as a variety of engineering networks. Resulted feasibility study and planning of transport networks, influence of geometry of route on network configuration. The method of constructing an optimal network configuration for cargo handling and transport and storage (MRTS) works to specifically address the cargo along the shortest path from point of departure to destination point. In the process of planning a transport chart of network the geometrical is designed by the shortest lines relating the set points. A decision is taken to the problem of Steiner to the – construction of the shortest tree for the set great number of points with introduction of additional tops optimizing her decision. The Euclidean, orthogonal and arctic model of network is offered for the calculation of transport charts of MRTS of works. Each of the brought models over in the process of planning can will be used both independently and in combination with other models.

## **ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОЧЕГО КОЛЕСА ТУРБИНЫ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ АВИАЦИОННОГО ДВИГАТЕЛЯ**

**Кухтинский А.Э.<sup>1</sup>, Лимонова В.М.<sup>2</sup>, Максимов П.В.<sup>1</sup>**

1 ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»,  
Пермь, Россия (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29)  
2 ОАО «Авиадвигатель», Пермь, Россия (614990, Пермь, ГСП, Комсомольский пр., 93)

Решена задача об оценке динамических характеристик рабочего колеса турбины низкого давления авиационного двигателя. Расчет собственных частот и форм колебаний произведен в пакете конечно-элементного анализа ANSYS. Задача решена в трехмерной постановке в предположении упругого поведения материалов. Расчет проведен с учетом предварительного напряженного состояния. При исследовании динамических характеристик использовался циклический анализ для получения результатов для всего рабочего колеса при расчете сектора с одной рабочей лопаткой. Разработан комплекс программ в среде MATLAB для анализа результатов, полученных в ANSYS. Построены дисперсионная и резонансные диаграммы, определены резонансные режимы рабочего колеса для рассматриваемых диапазонов. Выявлены дисковые формы колебаний, для которых определено распределение динамических напряжений, позволяющее получить необходимую информацию для дальнейших экспериментальных исследований.

## **DYNAMIC BEHAVIOR ANALYSIS OF A LOW-PRESSURE TURBINE WHEEL OF AN AIRCRAFT ENGINE**

**Kukhtinskiy A.E.<sup>1</sup>, Limonova V.M.<sup>2</sup>, Maksimov P.V.<sup>1</sup>**

1 PERM NATIONAL RESEARCH POLYTECHNIC UNIVERSITY, Perm, Russia  
(614990, Russia, Perm, Komsomolsky Av., 29)  
2 AVIADVIGATEL Stock Company, Perm, Russia (614990, Russia, Perm, Komsomolsky Av., 93).

The problem of dynamic behavior analysis of a low-pressure turbine wheel of an aircraft engine is solved. Computation of natural frequencies and modes is carried out in CAE-software – ANSYS. The problem is solved in 3D formulation assuming all materials are elastic. Computation includes prestress effects. Cyclic symmetry analysis