

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности |



Том 3 Номер 3(9)



2018



СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

-
-
1. **Балашов О.В., Букачев Д.С.** Автоматизация оценки оптимальности структуры в иерархических системах управления **2**

Balashov O.V., Bukachev D.S. Automation of the Estimation of the Optimality Of Structure in Hierarchical Control Systems

-
-
2. **Гервик Е.М., Сеньков А.В.** Обзор методов наполнения онтологий **10**

Gervik E.M., Senkov A. V. Overview of Methods of Filling Ontologies

-
-
3. **Карташев С.И., Ашенкамф С.В., Гусев А.В. и др.** Информационная поддержка процессов формирования государственного задания и сбора отчета о его выполнении для образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России **19**

Kartashev S.I., Ashenkampf S.V., Gusev A.V. et al Information Support of the Processes of Preparation of Government Assignments and Collection of Reports on their Implementation for Educational Organizations Subordinate to The Ministry of Education and Science of the Russian Federation

ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

-
-
4. **Дударовская О.Г.** Анализ эффективности маслоохладителя с различными элементами интенсификации теплообмена **26**

Dudarovskaya O.G. The Analysis of Efficiency of the Oil Cooler with Various Elements of the Intensification of Heat Exchange

-
-
5. **Дударовская О.Г.** Влияние теплофизических свойств среды на эффективность теплообмена в аппаратах с хаотичными насадочными элементами **32**

Dudarovskaya O.G. Influence of Heatphysical Properties of the Environment on Efficiency of Heat Exchange in Devices with Chaotic Nozzle Elements



ОТКРЫТАЯ НАУКА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала: <http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 519

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОЦЕНКИ ОПТИМАЛЬНОСТИ СТРУКТУРЫ В ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

¹Балашов О.В., ²Букачев Д.С.

¹Смоленский филиал АО «Радиозавод», Россия, (214027, г. Смоленск, улица Котовского, 2),
e-mail: smradio@mail.ru

²ФГБОУ ВО Смоленский государственный университет, Смоленск, Россия
(21400, г. Смоленск, ул. Пржевальского, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

Предлагается подход к автоматизированной оценке централизации-децентрализации управления, возникающий при проектировании организационных структур.

Ключевые слова: управление, структура, сложность, централизация, характеристическая функция.

AUTOMATION OF THE ESTIMATION OF THE OPTIMALITY OF STRUCTURE IN HIERARCHICAL CONTROL SYSTEMS

¹Balashov O.V. ²Bukachev D.S.

¹Smolensk branch of joint-stock company "Radio factory", Russia, (214027, Smolensk, street Kotovskogo, 2), e-mail: smradio@mail.ru

²Federal State Educational Institution of Higher Education Smolensk State University, Smolensk, Russia (21400, Smolensk, street Przewalski, 4), e-mail: dsbuka@yandex.ru

The approach to the automated estimation of centralisation-decentralisation of the management, arising is offered at designing of organizational structures

Keywords: management, structure, complexity, centralisation, characteristic function.

Основной проблемой повышения эффективности управления в условиях современной рыночной экономики является поиск путей достижения компромисса между саморегулирующимися рыночными механизмами и централизованным регулированием. Данная проблема существует на любом уровне управления организацией. Поэтому при формировании организационной структуры организации целесообразно предусмотреть возможность получения информационной оценки степени целостности и использования подразделений предприятия, которые можно было бы интерпретировать как оценки степени централизации-децентрализации управления [1].

Применение компьютерных программ для автоматизации проектирования организационных структур существенно повышает эффективность работы проектировщиков, уменьшает время оценки и выбора рационального варианта.

В большинстве организаций управление строится по иерархическому принципу, поэтому за базовые возможно принять иерархические представления как средства исследования и оценки организационных структур сложных систем. Структурируя организацию по-разному можно получить качественно различные варианты представления целостности системы. В основу анализа организационных структур предлагается положить сложность организационной структуры управления. Сложность можно определить по следующей формуле [2]:

$$C_c = C_o + C_{\theta}, \quad (1)$$

где C_c – системная сложность, трактуется как сложность управления организацией;

C_o – собственная сложность представляет собой суммарную сложность подразделений организации вне связи их между собой;

C_{θ} – взаимная сложность характеризует степень взаимосвязи подразделений в организации.

Системная сложность в иерархических структурах находится из следующего выражения [2]

$$C_c = \log_2 J \quad (2)$$

где J – количество подразделений самого нижнего уровня иерархии в организационной структуре предприятия.

Собственная сложность

$$C_o = \sum_{i=1}^n q_i \log p_i, \quad (3)$$

где q_i – количество руководителей i -го вида в организационной структуре предприятия.

p_i – число подразделений, которые управляются руководителем i -го вида;

n – общее количество видов руководителей в организационной структуре предприятия.

Формулы (2) и (3) поясняются рисунком 1, на котором изображен один из вариантов организационной структуры управления.

Здесь $C_c = \log_2 7$, а $C_o = 1 \log 2 + 1 \log 4 + 1 \log 3$.

Исходя из выражения (1), взаимная сложность определяется как

$$C_{\theta} = C_c - C_o \quad (4)$$

В случае иерархических структур со «слабыми» связями элементы подразделения, подчиняющиеся двум и более руководителям вышележащего уровня, можно как бы «разделить», подчинив их части разным вышележащим руководителям.

В [2] предлагается при оценке системы сравнивать варианты между собой по всем видам сложности, так как при различной сложности элементных баз оргструктур их сравнение с использованием оценок C_e может дать неверный результат. Поэтому на практике пользуются относительными характеристиками, приведёнными к единице сложности базы подразделений [2].

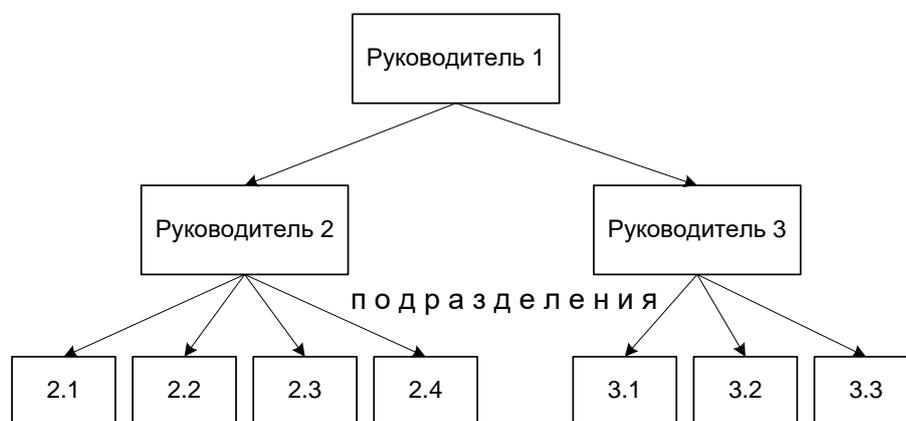


Рисунок 1 – Организационная структура (вариант)

Таковыми оценками являются – коэффициент взаимозависимости, связности, степени централизации управления (K_u), и коэффициент использования подразделений в организации, степени децентрализации (K_d). Данные коэффициенты, исходя из формулы (1), определяются следующим образом

$$K_u = \frac{-C_e}{C_o}; \quad (5)$$

$$K_d = \frac{C_c}{C_o}; \quad (6)$$

при этом выполняется условие $K_d = 1 - K_u$.

Знак минус в формуле (5) введён для того, чтобы K_u был положительным, поскольку значение C_e в устойчивых системах, для которых характерно $C_o > C_c$, формально имеет отрицательный знак. Как таковое, содержание C_e характеризует работу предприятия «на себя», а не на достижение стоящей цели – этим и объясняется знак минус.

При оценке структур увеличение K_d следует трактовать как повышение децентрализации управления, предоставление подразделениям больше свободы, а K_u – как повышение степени целостности организации, централизованности управления.

Таким образом, рассматриваемый математический аппарат в сочетании с представлением структуры в виде ориентированного графа, позволяет получить относительные оценки вариантов организационных иерархических структур на предмет уровня централизации-децентрализации управления [3].

Для автоматизации оценки моделей организационных структур разработана программа специальная программа. В качестве среды программирования выбрана система

программирования Delphi, так как она предоставляет наиболее широкие возможности для программирования приложений ОС Windows [4]. Разработанная программа состоит из 5 основных модулей (взаимодействие модулей показано на рисунке 2):

- - Graph.dpr – главный файл проекта,
- - unGraph.pas – реализация класса TGraph для работы с графами,
- - unCalc.pas – реализация стандартных алгоритмов на графах,
- - unMac.pas – реализация «макрофункций», в частности, проверка соответствия модели характеристическим признакам ордерова.

Остальные модули выполняют вспомогательные и интерфейсные функции.

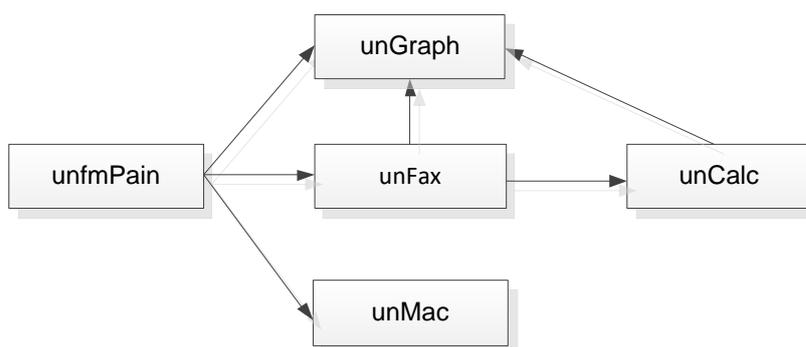


Рисунок 2 – Схема взаимодействия программных модулей и массивов данных

Модуль unfmPaint реализует графический интерфейс пользователя в виде классической Windows-формы с несколькими вкладками, панелью инструментов и меню. На первой вкладке реализован полнофункциональный графопостроитель. На второй вкладке представлен результат работы алгоритма анализа организационной структуры и оценки централизации и децентрализации управления. В программном модуле реализована возможность сохранения и загрузки модели из файла собственного формата.

Как видно из рисунка 2, программный модуль unfmPaint напрямую взаимодействует с модулями unGraph, unFax и unMac.

Модуль unGraph содержит описание класса TGraph и реализацию его методов. Среди них:

- - добавление/удаление вершин и ребер (дуг) графа;
- - проверка наличия ребра, соединяющего две вершины;
- - получение и изменение значений характеристик вершин и весов ребер;
- - осуществление маркировки ребер; вычисление степеней вершин.

Класс TGraph позволяет описать модель-граф абстрактно. Этого вполне достаточно для работы алгоритмической части программы. Но для реализации графопостроителя и работы с пользователем в режиме реального времени требуется сохранять и обрабатывать также и графическую интерпретацию графа в виде изображений вершин и ребер на плоскости. Чтобы разделить абстрактное математическое описание и обработку визуальной составляющей модели, функции сохранения координат вершин графа, получение номера вершины по геометрическому месту указателя мыши, перемещения вершин в рамках графического поля модели вынесены авторами в отдельный вспомогательный модуль unFax и реализованы в виде класса TNodePos.

Модуль unMac содержит в себе макрофункции, анализирующие граф на связность и на принадлежность к множеству ордеревьев (иерархических структур). В своей работе модуль unMac опирается на классические алгоритмы на графах, реализованные авторами в рамках модуля unCalc, в частности, волновой алгоритм, адаптированный для работы на динамических структурах данных и представленный классом TWave.

Одной из особенностей программы, является возможность быстрой корректировки характеристик модели благодаря использованию удобного способа организации данных на базе динамических структур.

Множество вершин графа организовано в виде классического однонаправленного динамического списка. Каждая вершина представляет собой структуру типа TGrNode, включающую номер вершины, характеристику вершины (данные любого типа), указатель на следующую вершину в списке и список рёбер (или дуг), связывающих текущую вершину с другими вершинами графа.

Множество рёбер вершины и исходящих из неё дуг также организовано в виде однонаправленного динамического списка. Каждое ребро (дуга) представляет собой структуру типа TListNode, включающую указатель на вершину графа, вес ребра, указатель на следующее ребро в списке и текстовую метку, использование которой весьма удобно при реализации классических алгоритмов на графах.

Использование указанного способа организации данных оправдывает себя при конструировании модели в реальном времени и гарантирует ряд преимуществ перед классическими способами задания графов в виде матриц смежности или инцидентности в случае необходимости изменения количества вершин или рёбер модели.

Все технические операции (добавление/удаление вершин и рёбер, проверка наличия ребра между вершинами, установление/изменение характеристик вершин и рёбер, вычисление степеней вершин и др.) реализованы в рамках класса TGraph.

Используя возможности класса TGraph, в частности, для построения организационных структур, разработан алгоритм, позволяющий установить, является ли модель иерархической (ордеревом); если является – определить корень дерева и вычислить степени централизации и децентрализации управления.

Экранные формы для работы с программой, показаны на рисунках 4 и 5.

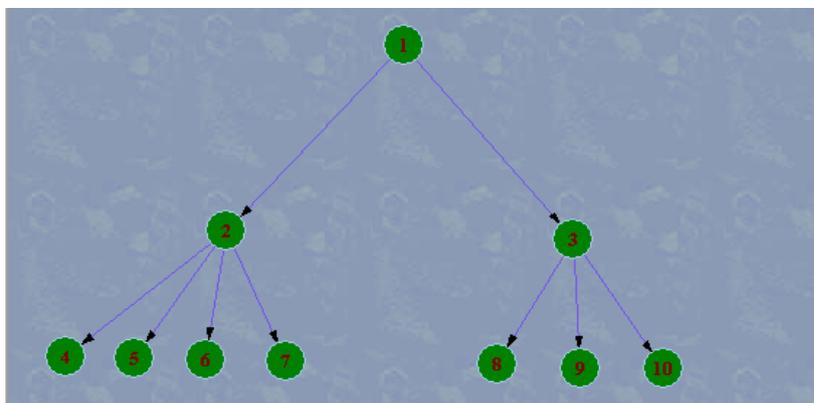


Рисунок 4 – Построение организационной структуры в окне программы

Характеристики иерархической системы:

Граф является иерархической системой:	ДА
Корень иерархической системы (дерева):	Вершина №1
Характеристика C_c :	2,81
Характеристика C_o :	4,58
Характеристика C_b :	-1,78
Степень централизации управления $K_{Ц}$:	0,39
Степень децентрализации управления $K_{Д}$:	0,61

Рисунок 5 – Выходная форма с характеристиками организационной структуры

Программа позволяет строить модели любой сложности, сохранять и загружать их из файла собственного формата и анализировать иерархические системы на устойчивость и централизацию-децентрализацию управления.

Основным недостатком рассмотренного подхода оценки оптимальности структуры является то, что в нём не учтён обмен информацией между уровнями управления. Между тем управление предполагает взаимный обмен информацией между уровнями. Информационный обмен между уровнями осуществляется не только передачей информации по прямой связи (приказы и распоряжения), но и по обратной связи. Для принятия решения на I -м уровне иерархии необходима информация $I - 1$ -го уровня, выступающего как объект управления.

В системах управления обратная связь реализуется в виде потока различных отчётных документов, образующих основу для принятия решений руководством организации.

Интерпретация информационного обеспечения (ИО) процесса принятия решений как формы организации обратной связи [5] позволяет установить состав и основные закономерности формирования информации о ситуации на объекте управления, необходимой для принятия управленческих решений.

Анализ процесса управления в ряде работ [1, 6] выявил наличие двух составляющих ИО процесса принятия решений: первая составляющая характеризует состояние элементов объекта управления, а вторая – состояние объекта как единого целого (интегрально). Вычисление значений показателей обеих составляющих ИО сводится к решению задачи классификации объектов. При этом определяется принадлежность объектов к некоторым классам (областям) возможных состояний.

Один из подходов к решению задачи классификации объектов базируется на использовании характеристических функций [5]. При этом для повышения оперативности определения задач объектам необходим специализированный язык, который бы позволял достаточно просто описывать соответствующее множество характеристических функций [5].

Состояние объекта $Q = \{q_1, \dots, q_k, \dots, q_t\}$ можно описать набором координат $X = \{\hat{X}_1, \dots, \hat{X}_i, \dots, \hat{X}_n\}$, где \hat{X}_i – заданные дискретные или непрерывные множества.

Декартово произведение $X = \widehat{X}_1 \times \dots \times \widehat{X}_i \times \dots \times \widehat{X}_n$ составляет пространство возможных состояний объекта управления Q . Элемент $\widehat{x}_k \in X$ представляет собой точку пространства, описываемую кортежем $\langle x_1, \dots, x_i, \dots, x_n \rangle$, где $x_i \in \widehat{X}_i$. Через $X^q \subseteq X$ обозначается множество точек соответствующих состоянию Q . Подмножество $X^t \subseteq X$ является классом элементов объекта. Через X_{x^t} обозначается характеристическая функция класса X^t :

$$X_{x^t} : (\widehat{X}) = \begin{cases} 1, & \text{если } \widehat{x} \in x^t \\ 0, & \text{если } \widehat{x} \in x^q \setminus x^t \end{cases} \quad (7)$$

С другой стороны любое подмножество является n -местным отношением на множестве координат \widehat{X} , которому всегда соответствует n -местный предикат $P_{x^t} : X \rightarrow \{u, v\}$, такой, что $P_{x^t}(\widehat{X}) = u$ тогда и только тогда, когда $\widehat{X} \in X^t$.

Пусть $P_{x^t}(\widehat{X})$ n -местный предикат на множестве \widehat{X} , соответствующий отношению X^t . Функция $X_{p^t}(\widehat{X})$ будет характеристической (представляющей) функцией предиката $P_{x^t}(\widehat{X})$, если она будет удовлетворять условию:

$$X_{p^t}(\widehat{X}) = \begin{cases} 1, & \text{если } P_{x^t}(\widehat{X}) = u \\ 0, & \text{если } P_{x^t}(\widehat{X}) = v \end{cases} \quad (8)$$

Очевидно, что функции (7) и (8) эквивалентны. Из этого следует, что для решения задачи классификации объектов может быть использован язык предикатов и соответствующие им характеристические функции.

Проведённые авторами исследования, позволили определить, что характеристические функции можно представить в виде логических выражений на множестве координат X .

Список литературы

1. Абдикеев Н.М. и др. Системы управления эффективностью бизнеса: учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2010.
2. Волкова В.Н., Денисов А.А. Теория систем. – М.: Высшая школа, 2006.
3. Алескерев Ф.Т., Хабина Э.Л., Шварц Б.А. Бинарные отношения, графы и коллективные решения. – М.: изд. дом ГУ ВШЭ, 2006.
4. Флёнов М.Е. Библия Delphi. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.
5. Балашов О.В. Кондратова Н.В. Теория возможностей и её применение для принятия решений в социально-экономических системах. – Смоленск, изд-во СФ РУК, 2010.
6. Трахтенгерц Э.А. Компьютерные методы реализации экономических и информационных управленческих решений. В 2-х томах. Том 1. Методы и средства. – М.: СИНТЕГ, 2009.

References

1. Abdikeyev N.M., etc. Control systems of efficiency of business: the manual. - M: INFRA M, 2010. (in Russian)
 2. Volkova V. N, Denisov A.A. Theor of systems: - M: the Higher school, 2006. (in Russian)
 3. Aleskerov F.T., Habina E.L., Schwarz B.A. Binary of the relation, columns and collective decisions. - M: Publish. House GY VSHE, 2006. (in Russian)
 4. Flyonov M. E. Bible Delphi. - SPb.: BHV-Peterburg, 2011. (in Russian)
 5. Balashov O. V, Kondratova N.V. Theory of possibilities and its application for decision-making in social and economic systems. - Smolensk: Publishing house of Council of Federation of RUC, 2010. (in Russian)
 6. Trahtengerc E.A. Computer methods of realisation of economic and information administrative decisions. In 2 volumes. Volume 1. Methods and means. - M: SINTEG, 2009. (in Russian)
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.853

ОБЗОР МЕТОДОВ НАПОЛНЕНИЯ ОНТОЛОГИЙ

Гервик Е.М., ¹Сеньков А.В.

Филиал ФГБОУ ВО НИУ «Московский энергетический университет», Россия, (214013, г. Смоленск, Энергетический пр., 1), e-mail: a.v.senkov@mail.ru

Приведен обзор методов наполнения онтологий: как ручных, так и автоматических. Ручное наполнение, в большинстве своём, основывается на применении известных подходов, реализованных в рамках специализированных программных средств, имеющих пользовательский интерфейс, и, как правило, ориентированных на использование неквалифицированным пользователем. Однако, ввиду большого объема баз знаний, данные методы трудноприменимы для решения задач наполнения знаниями онтологий в сферах управления рисками и производственной безопасности.

Рассмотрены методы автоматического извлечения знаний из текста, представленные специализированными методами, статистическими методами, лексико-синтаксическими шаблонами, методами анализа групп однородных прилагательных, методами автоматического построения онтологий древовидной структуры. Сделан вывод о невозможности применения ни одного из них в «чистом виде» для наполнения онтологий в сфере производственных рисков на основании собираемых Государством данных.

Ключевые слова: наполнение онтологий знаниями, производственные риски.

OVERVIEW OF METHODS OF FILLING ONTOLOGIES

Gervik E.M., Senkov A. V.

Smolensk branch of Federal Autonomous Educational Institution of Higher Education Moscow Power Engineering Institute (National Research University), Russia, (214013, Smolensk, Power prospectus, 1), e-mail: a.v.senkov@mail.ru

The review of ontology filling methods is presented: both manual and automatic. Manual content, for the most part, is based on the application of well-known approaches implemented within the framework of specialized software, having a user interface, and, as a rule, oriented on the use of an unqualified user. However, due to the large amount of knowledge bases, these methods are difficult to use for solving problems of filling ontologies with knowledge in the areas of risk management and industrial safety.

Methods for the automatic extraction of knowledge from the text are presented, represented by specialized methods, statistical methods, lexical and syntactic patterns, methods for analyzing groups of homogeneous adjectives, and methods for automatically constructing ontologies of a tree structure. The conclusion is made that it is impossible to use any of them “as is” to fill the ontology in the field of production risks on the basis of data collected by the State.

Keywords: filling ontologies with knowledge, production risks.

Среди множества различных подходов, моделей и языков, направленных на описание данных и знаний, в настоящее время широкое распространение получили онтологии. Онтология, чаще всего, рассматривается как точная спецификация некоторой области, включающей в себя словарь терминов предметной области и множество связей рода элемент

– класс, описывающих их соотношения между собой [6]. Наиболее распространенными языками представления онтологий являются RDFS и OWL, которые эффективны при решении задач автоматизированной интеграции информации, обмена знаниями и выполнения логического вывода.

Часто, при проектировании масштабных баз знаний, возникают проблемы наполнения онтологий, а точнее, ввода информации и её дальнейшего сопровождения. Типичной задачей по наполнению онтологии является задача, описанная в [14], в рамках которой известная структура онтологии должна быть заполнена на основании масштабного массива слабоструктурированных данных.

Рассмотрим некоторые методы наполнения онтологий, которые можно разделить на ручные и автоматические.

1. Ручной метод наполнения онтологии

Методы наполнения онтологий, предполагающие ручной ввод данных предполагают использование пользователем универсальных и/или специальных редакторов онтологий.

1.1. Универсальный редактор онтологий Protege

Наиболее часто используемым универсальным редактором онтологий является Protege, который имеет открытую, легко расширяемую архитектуру. Расширение выполняется за счёт поддержки системой внешних модулей расширения функциональности. В данной системе онтология будет состоять из наборов классов, организованных в категоризованную иерархию, для представления важных понятий области; набора слотов, имеющих связи с классами для описания их свойств и отношений, а также – набора экземпляров классов, отдельных элементарных понятий, имеющих определённое значение своих свойств [4].

Кроме того, система обладает возможностью создавать онтологии для семантической паутины, в частности на OWL [2]. Подобные онтологии могут включать в себя описания классов, свойств и их экземпляров. В этом случае, семантика OWL определяет, как получить логические следствия, то есть факты, присутствующие непосредственно в онтологии, но могут быть выведены из существующих посредством семантики. Данные выводы могут быть основаны на множестве распределённых документов, которые были объединены с использованием определённых механизмов OWL [8].

1.2. Универсальные редакторы онтологий KAON и OntoSaurus

В качестве специализированных редакторов для наполнения онтологий можно выделить KAON и OntoSaurus [11]. Они имеют программный интерфейс для взаимодействия с другими приложениями, могут использоваться в качестве онтологического сервера, обладают машиной логического вывода и механизмом извлечения знаний из реляционных баз данных. Основная цель указанных систем не наполнение онтологий, а на формирование их структуры. С точки зрения структуры, онтологии можно подразделить на терминологическую часть (TBox) и часть данных (ABox). С вычислительной точки зрения, основной функцией специализированных редакторов является логический вывод и ответы на запросы о составе и свойствах концептуальной системы, для которых используется свой собственный внутренний язык.

Подобные редакторы максимально адаптируют инструменты под заданную онтологию и требования пользователя, обеспечивая корректность вводимых данных. В качестве недостатков применения указанных систем следует выделить увеличенные затраты на разработку и сопровождение соответствующих специализированных приложений. Кроме того, в случае изменения структуры онтологии потребуется доработка системы [19].

1.3. Resource Description Framework (RDF)

Отдельно следует рассмотреть Resource Description Framework (RDF) в рамках которого каждое высказывание представляет собой тройку: S - субъект, P - предикат, O – объект, (см. рис. 1).

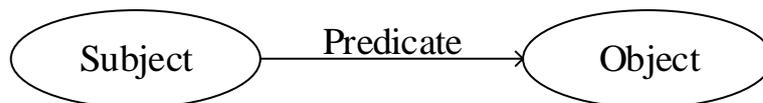


Рисунок 1 – Представление тройки (S,P,O)

Множество RDF-утверждений представляют собой ориентированный граф, в котором вершинами являются субъекты и объекты, а рёбра – отображение отношений.

Выражения RDF позволяют фиксировать какую-либо информацию об элементах Semantic Web и делать выводы, имеют возможность работы с метаданными, обеспечивают компьютер семантической информацией и обрабатывают эту информацию автоматически. Кроме того, RDF позволяет задавать бессмысленные или несогласующиеся с другими утверждения, что может нарушить целостность и непротиворечивость описания [15].

RDF имеет семантическое расширение RDF Schema (RDFS), которое позволяет определять классы, свойства и некоторые другие ресурсы и представляет собой язык описания словарей RDF-терминов [21].

Подобные редакторы имеют разнообразную функциональность. Большинство имеют экранные формы, что обеспечивает лёгкость в обращении для пользователя, имеется возможность автозаполнения, при необходимости, пользователь может построить RDF-графы.

1.4. Semantic Wiki

Ещё один метод наполнения онтологий знаниями – семантические вики. При извлечении онтологии из Wiki-систем сначала извлекаются все классы, где каждому классу ставится в соответствие категория Wiki, а структура вложенности категории Wiki определяет иерархию классов. После происходит извлечение всех страниц, как экземпляров соответствующих классов, где пустые страницы имеют специальный служебный класс «Несуществующие страницы», и осуществляется просмотр всех ссылок на каждой странице. Если ссылка обычная, то для соответствующего экземпляра класса в OWL – онтологии заводится объектное свойство «Ссылка на», а если семантическая ссылка – «название свойства, значение свойства» [17].

Таблица 1 – Соответствие конструкций Semantic MediaWiki и онтологии

Semantic MediaWiki	Конструкция в онтологии
Категория	owl: Class
Подкатегория	rdfs: subclassOf
Страница	owl: NamedIndividual
Обычная ссылка	owl: ObjectProperty "Ссылка на"
Семантическая ссылка	<i>Зависит от типа</i>

Извлекаемая онтология сохраняется в формате OWL, не ограничиваясь RDFS по причинам:

- используется разделение свойств на классы: объект и типы данных;
- в Semantic MediaWiki существует ограничение на значения свойств с помощью специального свойства «Allows value»;
- один из способов проверки полученной онтологии – добавление в неё аксиом.

Semantic MediaWiki имеет встроенный инструмент для экспорта в RDF, который позволяет извлекать размеченную семантическую информацию из списка страниц, и существует возможность обновлять семантическую информацию в RDF – хранилищах [20].

1.5. Предметно – ориентированный подход (DSM)

Предметно – ориентированный подход к моделированию (Domain-Specific Modeling или DSM) – область программной инженерии, посвящённой разработке языков и программных средств, основанных на визуальном моделировании для отдельных предметных областей, компаний или проектов [15]. Основная идея такого подхода заключается в сужении областей применения визуальных решений и получения за счёт этого выигрыша от использования графических моделей.

Плюс данного метода в том, что можно создать свой собственный визуальный язык, который будет понятен и удобен для неподготовленного пользователя в области семантических технологий. Но есть и ограничение, которое заключается в сложности работы с масштабными моделями.

2. Автоматическое заполнение онтологий

Помимо способов «ручного» или автоматизированного наполнения онтологий также существуют способы методы и средства, предполагающие более высокий уровень автоматизации. Рассмотрим наиболее распространённые из них.

2.1. Извлечение знаний из текста

В системах извлечения знаний из текста выделяют следующие этапы автоматического построения онтологий:

1. Построение словаря терминов – обозначений «сущностей» предметной области
2. Расширение словаря терминов именами ситуаций и свойств объектов предметной области.
3. Описание способов выражения отношений из онтологии в языке – типовых лексико – грамматических конструкций.

Плюс данного подхода заключаются в легкости составления необходимой терминологической модели и её стандартизации. Однако подобное извлечение знаний из текста не является совершенным и нуждается в доработке, чтобы повысить его эффективность [5].

2.2. Автоматическое построение онтологий древовидной структуры

В свою очередь суть метода автоматического построения онтологий древовидной структуры состоит в:

1. выделении концептов высшего уровня онтологического дерева;
2. выделении ключевых слов в концептах высшего уровня;
3. установлении связей между концептами высшего уровня;
4. определении дочерних концептов;
5. установлении связей между концептами онтологии;
6. построении онтографа.

Данный метод отличается большей представительностью, точностью и полнотой определения связей, в сравнении с методом поиска отдельных связей между концептами, что можно отнести к его явным достоинствам. В тоже время, к сложностям можно отнести значительно усложнённую и более детализированную процедуру поиска связей между концептами онтологии [16].

2.3. Автоматическое построение онтологий Semantic Web

Что онтологии в рамках Semantic Web могут наполняться не только в ручную, но и с использованием методов оптимизации, что способствует снижению временных [18].

Один из предложенных методов автоматизации [12] заключается в разработке автоматического построения семантической карты (на примере Web-ресурса), на основе анализа текста. Данное построение осуществляется в два шага: формирование формальной семантической конструкции OWL и, непосредственно, её соотнесение с определённой предметной областью. Для реализации данных этапов был формируется ряд правил, которые направлены на работу со словами в предложениях. Правила определяют характерные свойства слов, степень детализации и необходимость редактирования.

В качестве достоинства данного метода можно выделить возможность автоматического создания классов, их свойств и отдельных экземпляров для реализации структуры онтологии. Кроме того, метод обеспечивает достаточно богатую семантику описания, что стало возможным благодаря языку OWL. Указанный язык позволяет использовать созданную онтологию, описывающую некоторые специализированные знания для нескольких различных задач [22].

2.4. Применение лексико-синтаксических шаблонов

Обычно лексико-синтаксическими шаблонами называется некая модель языковой конструкции, предназначенная для отображения её лексических и поверхностно-синтаксических свойств [1].

Автоматическое построение онтологии в этом случае базируется на многоуровневом анализе естественного языка, а точнее, его морфологии, синтаксиса и семантики.

Для формирования нового шаблона необходимо [13]:

- определение вида отношения;
- выявление терминов, которые связаны с другими терминами в выбранном отношении;
- формирование «окружения» термина, другими словами (фиксируются все фрагменты, где упоминается термин);
- после анализа полученного «окружения», создаётся новый шаблон для выбранного отношения.

Опираясь на полученный лексико-синтаксический шаблон, создаются онтологические конструкции.

Данный метод имеет максимальную эффективность при наличии довольно большого объёма коллекции шаблонов. Однако существенным недостатком является отсутствие возможности работы со сложными шаблонами или их группами.

2.5. Применение подхода системной продукции

Следующий метод автоматического построения онтологий имеет отношение к области искусственного интеллекта, с помощью которого осуществляется выборка компонентов знаний с последующей сложной переработкой.

Метод основывается на ряде моделей [10], базирующихся на принципах генетического и автоматного программирования:

- генерация системы продукции;
- генерация преобразователей;
- генерация систем логического вывода;
- аппарат активации продукции.

Представленные модели способствуют построению семантической сети знаков – фреймов терминов системы и номенклатуры, которое осуществимо благодаря естественно-языковому анализу и тексту, который имеет вид системы продукции и практически полностью представляет собой автоматическую обработку.

Каждый из этих подходов обеспечивает простое и высокое быстродействие, ясность, прозрачность, модульность и удобство модификации, возможность постоянного наращивания. Однако минус может заключаться в сложности и трудоёмкости программной

реализации перечисленных методов, а также их ориентированности на конкретную прикладную задачу [3].

2.6. Статистические методы

Автоматическое наполнение онтологий также возможно при использовании статистических методов [9], где основополагающими являются выделение классов и соотношений между ними.

Прежде, чем приступить к работе с классами, осуществляется кластеризация документов коллекции, в стремлении разбить их максимально тематически близко друг к другу, что, впоследствии, увеличит эффективность работы системы. После осуществляется определение классов онтологии.

Как уже было сказано ранее, для построения онтологии необходимо определить её «окружение» или, другими словами, поиск терминов, что осуществляется при помощи статистических или лингвистических способов извлечения. Однако, использование первых гораздо эффективнее, так как не происходит привязка к лингвистическим особенностям языка. Статистический способ, в свою очередь, может быть улучшен путём дополнения определёнными эвристиками, что помогают определять частоту использования терминов в целом и в одной коллекции.

Для установления связи между терминами и соответствующей собранной на первом этапе информацией, имеется два способа: рассматривать термин на содержание в его составе более общих терминов или опираться на контекст выбранного слова.

Такое построение онтологий, позволяет выделять термины и отношения из документов на основе статистических данных.

К недостаткам данного метода следует отнести то, что на этапе реализации необходимо учитывать, что создаваемая онтология должна соответствовать определённым стандартам и что необходима возможность осуществления экспорта в популярные системы работ с онтологиями. Также необходима доработка метода в работе со слотами и фактами.

2.7. Метод анализа групп однородных прилагательных

Метод основан на подборе семантически связанных групп прилагательных [7], которые будут подразделяться на однородные и неоднородные. Группы представлены в виде графа связности, где за вершины берутся уникальные прилагательные, а за дуги - принадлежность прилагательных к одной группе. После завершения построения, происходит обязательная проверка подлинности связей, для предостережения от ошибок, которые могли возникнуть на первичном этапе. В основном, подобные графы выходят довольно громоздкими, и, чтобы избежать усложнения работы, принято разделять их на подкластеры.

При всех перспективностях данного метода, имеются недостатки в виде относительности точек зрения на определения и большой зависимости от правильности расстановки запятых в исходном тексте.

Заключение

В статье представлены методы ручного и автоматического наполнения онтологий. Ручное наполнение, в большинстве своём, основывается на применении известных подходов, реализованных в рамках специализированных программных средств, имеющих пользовательский интерфейс, и, как правило, ориентированных на использование неквалифицированным пользователем. Однако, ввиду большого объема баз знаний, данные методы трудноприменимы для решения задач наполнения знаниями онтологий в сферах управления рисками и производственной безопасности.

Для решения ряда задач разработаны методы автоматического извлечения знаний из текста, представленные специализированными методами, статистическими методами, лексико-синтаксическими шаблонами, методами анализа групп однородных прилагательных. Автоматическое построение онтологий древовидной структуры широко распространено при

реализации поисковых систем, систем представления инженерных знаний и для решения задач семантической интеграции информационных ресурсов.

При этом, ни один из указанных методов не может быть напрямую использован для наполнения онтологии в сфере производственных рисков на основании собираемых Государством данных.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-37-60059.

Список литературы

1. Большакова, Е.И. Лексико – синтаксические шаблоны в задачах автоматической обработки текста / Е.И. Большакова, Н.В. Баевы, Е.А. Бародачнкова, Н.Э. Васильева // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Труды Международной конференции Диалог, 2007 – 15 с.
2. Боргест, Н.М. Онтология проектирования: уч. пос. – Самара, Самарский государственный аэрокосмический университет, 2010 – 91 с.
3. Гаврилова, Т.А. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных информационных систем / Т.А. Гаврилова // Новости искусственного интеллекта, 2003 - №2 – 24 с.
4. Григорьев, Л.Ю. Технология наполнения баз знаний онтологического типа/ Л.Ю. Григорьев, А.А. Заблочкий, Д.В. Кудрявцев // Научно – технические ведомости Санкт – Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управления, 2012 – 14 с.
5. Ермаков, А.Е. Автоматизация онтологического инжиниринга в системах извлечения знаний из текста / А.Е. Ермаков // ООО «ЭЗ СИ О», г. Москва, 2007 – 10 с.
6. Кознов, Д.В. Предметно – ориентированное визуальное решение для сбора и упорядочивание информации при разработке информационной Web – системы / Д.В. Кознов // Инженерия программного обеспечения, 2013 – 14 с.
7. Клышинский, Э.С. Метод автоматического пополнения онтологии за счёт анализа групп однородных прилагательных / Э.С. Клышинский, Н.А. Кочеткова // Понимание в коммуникации. Человек в информационном пространстве, 2012 – 9 с.
8. Митрованова О.А. Онтологии как система хранения знаний / О.А. Митрованова, Н.С. Константинова // Всероссийский конкурсный отбор образно – аналитических статей по приоритетному направлению «Информационно – телекоммуникационные системы», 2008 – 54 с.
9. Мозжерина, Е.С. Автоматическое построение онтологий по коллекции текстовых документов / Е.С. Мозжерина // Труды 13 Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции», Воронеж, 2011 – 6 с.
10. Найханова, Л.В. Технология создания методов автоматического построения онтологий с применением генетического и автоматного программирования: Монография / Л.В. Найханова – Улан – Удэ: Изд – во БНЦ СО РАН, 2008, 244 с.
11. Пивоварова, Л.М. Компоненты онтологических систем и их реализация в современных проектах / Л.М. Пивоварова, В.Ш. Рубашкин // Актуальные проблемы лингвистических технологий, Санкт – Петербург, 2008 – 4 с.
12. Рабчевский, Е. Автоматическое построение онтологий / Е. Рабчевский // Труды 13 Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции», Переславль – Зелесский, 2007 – 4 с.
13. Рабчевский, Е. Применение лексико – синтаксических шаблонов для автоматизации процесса построения онтологий / Е. Рабчевский, Г. Булатова, И. Шарафутдинов // Вторая Российская конференция молодых учёных по информационному поиску, 2008 – 10 с.

14. Сеньков А.В., Луферов В.С., Гервик Е.М. Особенности наполнения онтологии знаниями при управлении рисками в сложных организационно-технических системах // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №1(7) с. 2-6
15. Сухов, А.О. Онтологический подход к разработке языков моделирования / А.О. Сухов / Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», г.Пермь, ул. Студенческая, 38, 2015 – 5 с.
16. Чалая, Л.Э. Метод автоматического построения онтологических моделей с древовидной структурой концептов / Л.Э. Чалая, А.В. Чижевский // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики, 2015 – 11 с.
17. Шестаков, В.К. Извлечение онтологий из Wiki – систем / В.К. Шестаков // Научно – технический вестник Санкт – Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, №1 (77), 2012 – 5 с.
18. Niles, I., and Pease, A. 2001. Towards a Standard Upper Ontology. // Proceedings of the 2nd International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS-2001); ред Welty C., Smith B — Ogunquit (USA) — 2001.
19. Noy, N. F., McGuinness, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report - 2001.
20. OWL 2 Web Ontology Language document overview. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>, (дата обращения: 20.08.2018).
21. Klyne, G., and Carroll, J. J. Resource Description Framework (RDF): concepts and abstract syntax. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/> (дата обращения: 20.08.2018).
22. Suarez-Figueroa M.C., Gomez-Perez A. Towards a Glossary of Activities in the Ontology Engineering Field // Proceedings of 6th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'08). – Marrakech, 2008. – P. 870–873.

References

1. Bolshakova, E.I. Lexico - syntactic templates in problems of automatic processing of the text. Bolshakova, N.V. Baev, E.A. Baradachnikova, N.E. Vasilyeva // Computer Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference Dialogue, 2007 - 15 p.
2. Borgest, N.M. Ontology of design: Uche. pos. - Samara, Samara State Aerospace University, 2010 - 91 p.
3. Gavrilova, T.A. Ontological approach to knowledge management in the development of corporate information systems / T.A. Gavrilolova // News of Artificial Intelligence, 2003 - №2 - 24 p.
4. Grigoriev, L.Yu. Technology of filling knowledge bases of ontological type / L.Yu. Grigoriev, A.A. Zablotsky, D.V. Kudryavtsev // Scientific and technical bulletins of the St. Petersburg State Polytechnic University. Computer science. Telecommunications. Jewelry, 2012 - 14 with.
5. Ermakov, A.E. Automation of ontological engineering in systems of extracting knowledge from the text / A.E. Ermakov // ООО "EZ SI SI O", Moscow, 2007 - 10 p.
6. Koznov, D.V. Objectively oriented visual solution for gathering and organizing information in the development of an information Web - system. Koznov // Engineering software, 2013 - 14 pp.
7. Klyshinsky, E.S. The method of automatic completion of ontology due to the analysis of groups of homogeneous adjectives / Э.С. Klyshinsky, N.A. Kochetkova // Understanding of communication. The person in the information space, 2012 - 9 p.
8. Mitrovanova O.A. Ontology as a knowledge storage system / ОА. Mitrovanov, N.S. Konstantinova // All-Russian competitive selection of figuratively-analytical articles on the priority direction "Information and Telecommunication Systems", 2008 - 54 p.
9. Mozzherina, E.S. Automatic construction of ontologies on the collection of text documents / E.S. Mozzherina // Proceedings of the 13th All-Russian Scientific Conference "Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections", Voronezh, 2011 - 6 p.

10. Nayhanova, L.V. The technology of creating methods for the automatic construction of ontologies with the use of genetic and automatic programming: Monograph / L.V. Nayhanova - Ulan - Ude: Publishing house of the BSC Center of the SB RAS, 2008, 244 p.
 11. Pivovarova, L.M. Components of ontological systems and their implementation in modern projects / L.M. Pivovarova, V.Sh. Rubashkin // Actual problems of linguistic technologies, Saint Petersburg, 2008 - 4 p.
 12. Rabchevsky, E. Automatic construction of ontologies / E. Rabchevsky // Proceedings of the 13th All-Russian Scientific Conference "Digital Libraries: Advanced Methods and Technologies, Digital Collections", Pereslavl-Zelessky, 2007 - 4 p.
 13. Rabchevsky, E. Application of lexico-syntactic templates for automating the ontology construction process / E. Rabchevsky, G. Bulatova, I. Sharafutdinov // The Second Russian Conference of Young Scientists in Information Retrieval, 2008 - 10 p.
 14. Sen'kov A.V., Luferov V.S., Gervik Ye.M. Osobennosti napolneniya ontologii znaniyami pri upravlenii riskami v slozhnykh organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh // Mezhdunarodnyy zhurnal informatsionnykh tekhnologiy i energoeffektivnosti. – 2018. – V.3 №1(7) pp. 2-6
 15. Sukhov, A.O. Ontological approach to the development of modeling languages / A.O. Sukhov / National Research University "Higher School of Economics", Perm, ul. Student, 38, 2015 - 5 with.
 16. Chalaya, L.E. The method of automatic construction of ontological models with a tree-like structure of concepts / L.E. Chalaya, A.V. Chizhevsky // Automated Control Systems and Automation Devices, 2015 - 11 p.
 17. Shestakov, V.K. Extraction of ontologies from Wiki systems / V.K. Shestakov // Scientific and Technical Herald of the St. Petersburg State University of Information Technologies, Mechanics and Optics, №1 (77), 2012 - 5 p.
 18. Niles, I., and Pease, A. 2001. Towards a Standard Upper Ontology. // Proceedings of the 2nd International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS-2001); ред Welty C., Smith B — Ogunquit (USA) — 2001.
 19. Noy, N. F., McGuinness, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology. Stanford Knowledge Systems Laboratory Technical Report - 2001.
 20. OWL 2 Web Ontology Language document overview. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.w3.org/TR/owl2-overview/>, (дата обращения: 20.08.2018).
 21. Klyne, G., and Carroll, J. J. Resource Description Framework (RDF): concepts and abstract syntax. [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/> (дата обращения: 20.08.2018).
 22. Suarez-Figueroa M.C., Gomez-Perez A. Towards a Glossary of Activities in the Ontology Engineering Field // Proceedings of 6th International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'08). – Marrakech, 2008. – P. 870–873.
-

Информационная поддержка процессов формирования государственного задания и сбора отчета о его выполнении для образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России / Карташев С.И., Ашенкамф С.В., Гусев А.В. и др. // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №3(9) с. 19–25



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 65.011.56: 336.14: 061.1

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРОЦЕССОВ ФОРМИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАДАНИЯ И СБОРА ОТЧЕТА О ЕГО ВЫПОЛНЕНИИ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ПОДВЕДОМСТВЕННЫХ МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Карташев С.И., Ашенкамф С.В., Гусев А.В., Семенов Д.Н., Тихонов В.Ю., Раскатова М.В., Анисимов А.С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ», Россия (111250, г.Москва, Красноказарменная улица, дом 14); e-mail: universe@mpei.ac.ru

В статье описаны технологии и программно-технические комплексы, используемые для информационной поддержки процессов формирования государственного задания и сбора отчета о его выполнении для образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России.

Ключевые слова: государственное задание, формирование, отчет об исполнении, информационная поддержка, служба методической, технической и консультационной поддержки.

INFORMATION SUPPORT OF THE PROCESSES OF PREPARATION OF GOVERNMENT ASSIGNMENTS AND COLLECTION OF REPORTS ON THEIR IMPLEMENTATION FOR EDUCATIONAL ORGANIZATIONS SUBORDINATE TO THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF THE RUSSIAN FEDERATION

Kartashev S.I., Ashenkampf S.V., Gusev A.V., Semenov D.N., Tikhonov V.Y., Raskatova M.V., Anisimov A.S.

Federal state-funded educational institution of the higher education "National research university Moscow Power Engineering Institute" Moscow, Russia (11250, Moscow, street Krasnokazarmennaya, 14); e-mail: universe@mpei.ac.ru

The article describes the technologies and software and hardware suites used for information support of the processes of preparation of government assignments and collection of reports on their implementation for educational organizations subordinate to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation.

Key words: government assignment, its preparation, report on implementation, information support, service for methodological, technical and consultancy support.

Расчет объемов государственных услуг, включаемых в государственное задание (ГЗ), производится в соответствии и на основании Методики (далее - Методика) формирования государственного задания на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего и среднего профессионального образования на очередной финансовый год и плановый период, утвержденной приказом Минобрнауки России от 17 мая 2016 г. № 581 [1], и Методикой определения значений показателей, характеризующих объемы (качество) государственных услуг (работ) в сфере образования, науки и молодежной политики, оказываемых (выполняемых) федеральными государственными учреждениями, находящимися в ведении Министерства образования и науки Российской Федерации, при формировании государственного задания на очередной финансовый год и плановый период, утвержденной распоряжением Минобрнауки России от 18 августа 2015 г. № Р-129 [2].

Государственное задание содержит показатели, характеризующие качество и (или) объем (содержание) государственной услуги (работы), определение категорий физических и (или) юридических лиц, являющихся потребителями соответствующих услуг, а также порядок контроля за исполнением государственного задания и требования к отчетности о выполнении государственного задания.

Значение объемов государственных услуг для образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования устанавливается на плановый период на уровне очередного финансового года и корректируется ежегодно в соответствии с методикой формирования государственного задания на оказание образовательных услуг в сфере высшего и среднего профессионального образования на очередной финансовый год и плановый период, утверждаемой Министерством образования и науки Российской Федерации, с учетом результатов ежегодного конкурса распределения контрольных цифр приема граждан и численности обучающихся, определенной за год (среднегодовой контингент).

При установлении федеральному государственному учреждению государственного задания на оказание нескольких государственных услуг (выполнение нескольких работ) государственное задание формируется из нескольких разделов, каждый из которых содержит требования к оказанию одной государственной услуги (выполнению одной работы).

При установлении федеральному государственному учреждению государственного задания на оказание государственной услуги (услуг) и выполнение работы (работ) государственное задание формируется из двух частей, каждая из которых должна содержать отдельно требования к оказанию государственной услуги (услуг) и выполнению работы (работ). Информация, касающаяся государственного задания в целом, включается в третью часть государственного задания.

В государственном задании могут быть установлены допустимые (возможные) отклонения в процентах от установленных показателей качества и (или) объема, если иное не установлено федеральным законом, в отношении отдельной государственной услуги (работы) либо общее допустимое (возможное) отклонение - в отношении государственного задания или его части. Значения указанных показателей, устанавливаемые на текущий финансовый год, могут быть изменены только при формировании государственного задания на очередной финансовый год.

Государственное задание утверждается не позднее 15 рабочих дней со дня утверждения главным распорядителем средств федерального бюджета лимитов бюджетных обязательств на финансовое обеспечение выполнения государственного задания.

Процесс формирования государственного задания (ГЗ) для образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России и сбора отчетов о его исполнении включает следующие основные фазы:

- формирование исчерпывающей номенклатуры параметров, необходимых для формирования государственных заданий учреждениям подведомственной сети Минобрнауки России;
- анализ, импорт и обработка информации из системных справочников, используемых в информационных системах Минфина России;
- сбор, верификация и обработка необходимой информации, расчет значений показателей объема государственных услуг и среднегодового контингента;
- формирования государственных заданий для образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России;
- сбор отчетной информации о выполнении государственного задания с образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России;
- статистическая и аналитическая обработка поступившей информации, формирование аналитических отчетов по заданным критериям;
- формирования заключения о выполнении государственного задания по услугам и работам, связанным с выполнением научно-исследовательских работ и иных работ в сфере образования, науки и молодежной политики с указанием объемов выполненных работ;
- передача необходимой информации в государственную интегрированную информационную систему (ГИИС) управления общественными финансами «Электронный бюджет».

Рассматриваемые процессы характеризуются:

- большим количеством образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России, участвующих в процессах формирования ГЗ и сбора отчетов о его исполнении;
- необходимостью реализации сложных процедур сбора и обработки данных на отдельных фазах рассматриваемых процессов;
- сжатыми сроками для реализации процессов формирования ГЗ и сбора отчетов о его исполнении.

Информационная поддержка рассматриваемых процессов в Минобрнауки России осуществляется специализированной информационно-аналитической системой [3], осуществляющей:

- автоматизированный расчет основных показателей государственного задания (в частности, среднегодового контингента) [4];
- формирование ГЗ в соответствии с порядком, установленным Правительством РФ;
- формирование и учет изменений ГЗ в течении финансового года;
- сбор отчетов о выполнении ГЗ;

- формирования заключения о выполнении государственного задания по работам, связанным с выполнением научно-исследовательских работ и иных работ в сфере образования, науки и молодежной политики;

Системное сопровождение специализированной информационно-аналитической системы формирования государственного задания и отчета о его выполнении осуществляется Центром отраслевых информационно-аналитических систем (ЦОИАС) национального исследовательского университета «МЭИ». Центром выполняется комплекс работ по информационно-методической и организационно-технической поддержке процессов планирования и текущего финансирования учреждения и организаций, подведомственных Минобрнауки России [5].

Информационная поддержка процессов формирования государственного задания и отчета о его выполнении предполагает выполнение следующих основных работ:

- Информационно-методическая поддержка процессов формирования государственного задания и отчета о его выполнении в подведомственных учреждениях;
- Информационно-техническая поддержка сотрудников подведомственных учреждений при работе с программными средствами специализированной информационно-аналитической системы формирования государственного задания и отчета о его выполнении;
- Обеспечение информационной потребности сотрудников Минобрнауки России путем формирования статистических отчетов и аналитических справок по рассматриваемой проблематике.

Основным инструментом оказания информационно-методической и информационно-технической поддержки сотрудникам подведомственных учреждений является функционирующая в ЦОИАС служба методической, технической и консультационной поддержки (СМТКП). Работа службы обеспечивается следующими программно-техническими средствами.

- Специализированный интернет портал информационного взаимодействия с подведомственными организациями и учреждениями, обеспечивающий предоставление новостной ленте, а также ведомственным информационным массивам нормативно-правовой и методической информации по вопросам формирования государственного задания и отчета о его выполнении;
- Комплекс программно-технических средств Центра приема, регистрации и маршрутизации обращений (ЦПРО) от пользователей СМТКП, включающий:
 - базу данных регистрации и маршрутизации обращений (БД РМО), предназначенную для регистрации обращений, поступивших от пользователей СМТКП по любым каналам связи и их маршрутизации в предметно-ориентированный центр компетенций (ПЦК) по вопросам формирования государственного задания и отчета о его выполнении;
 - базу знаний, используемую для формирования ответов на обращения пользователей СМТКП, содержащие типовые вопросы (БЗ содержит информационный массив формализованных, выверенных и

квалифицированно экспертно-заверенных ответов на часто задаваемые, типовые вопросы) [6];

- средства контроля качества обслуживания, предназначенные для мониторинга качества оказания услуг методической, технической и консультационной поддержки, включая контроль соблюдения регламентных сроков формирования ответов на обращения пользователей.

Основными принципами работы СМТКП являются следующие.

- Все обращения пользователей СМТКП, направленные в службу по различным каналам связи (телефон, электронная почта, электронное обращение, поданное на портал СМТКП) поступают в ЦПРМО (первая линия поддержки) и регистрируются в единой БД РМО.
- ЦПРМО формирует ответ на обращения по типовым вопросам (с использованием специализированной базы знаний). Нетиповые вопросы пользователей СМТКП, поступившие в ЦПРМО, маршрутизируются в ПЦК по вопросам формирования государственного задания и отчета о его выполнении (вторая линия поддержки).
- ПЦК формируют ответ на поступившее обращение по нетиповым вопросам в течение регламентированного времени. Ответ ПЦК заносится в БД РМО и передается пользователю средствами электронной почты. В процессе формирования ответа на обращение ПЦК могут запрашивать у пользователя уточняющую и дополнительную информацию. Сформированные запросы ПЦК и ответы пользователя передаются с использованием электронной почты и также заносятся в БД РМО.
- При формировании ответов на обращения пользователей по сложным нетиповым вопросам специалисты ПЦК могут обращаться за экспертно-консультационной поддержкой к специалистам соответствующих департаментов и отделов Минобрнауки России.
- ЦПРМО производит мониторинг качества оказания услуг методической, технической и консультационной поддержки, включая контроль соблюдения регламентных сроков формирования ответов на обращения пользователей.
- По мере накопления статистики по обращениям пользователей производится актуализация информации в специализированной базе знаний, путем формализации и экспертной обработки информации, содержащейся в поступивших обращениях пользователей и формирования новых типовых вопросов и обращений.

В рамках обеспечения информационной потребности сотрудников Минобрнауки России в составе специализированной информационно-аналитической системы формирования государственного задания и отчета о его выполнении был разработан модуль формирования статистических отчетов и аналитических справок по произвольным (задаваемым пользователем) анализируемым параметрам.

Описанные технологии и программно-технические средства позволили обеспечить эффективную информационную поддержку процессов формирования государственного задания и сбора отчета о его выполнении для образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России.

Статья подготовлена в рамках выполнения государственного задания ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» (научно-методическая работа №.12974.2018/12.1).

Список литературы

1. Приказ Минобрнауки России от 17 мая 2016 г. № 581 «Об утверждении методики формирования государственного задания на оказание государственных услуг по реализации образовательных программ высшего и среднего профессионального образования на очередной финансовый год и плановый период». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420357598>.
2. Распоряжение Минобрнауки России от 18 августа 2015 г. № Р-129 «Об утверждении Методики определения значений показателей, характеризующих объемы (качество) государственных услуг (работ) в сфере образования, науки и молодежной политики, оказываемых (выполняемых) федеральными государственными учреждениями, находящимися в ведении Министерства образования и науки Российской Федерации, при формировании государственного задания на очередной финансовый год и плановый период». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71070920/>.
3. Отчет о научно-исследовательской работе «Организационно-техническое сопровождение формирования государственного задания организациям, подведомственным Минобрнауки России», Гос. рег. отчета № АААА-В18-218020790103-9. – М.: ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ». – 2017. – 114 стр.
4. Особенности формирования Государственного задания для образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России / Карташев С.И., Ашенкамф С.В., Семенов Д.Н. и др. // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2017. – Т.2 № 4(6) с. 17-22.
5. Alashkevich, M[ikhail]; Bobryakov, A[lexander]; Klimenko, A[lexander]; Stefantsov, A[lexey] (2015). Automation and Informational Support of Budgetary Institution Financing Processes, Chapter 27 in DAAAM International Scientific Book 2015, pp. 319-328, B. Katalinic (Ed), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-05-1, ISSN 1726-9687, Vienna, Austria. DOI: 10.2507/daaam.scibook.2015.27
6. Способ анализа электронных неструктурированных текстовых документов / В.В. Борисов, А.В. Бобряков и др. // Естественные и технические науки. – 2017. – №12. – С. 274–277..

References

1. The order of the Ministry of Education and Science of Russia from May 17, 2016 No. 581 "On the approval of the methodology for the formation of a state task for the provision of public services for the implementation of educational programs of higher and secondary vocational education for the next financial year and planning period." [Electronic resource]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/420357598>
2. The ordinance of the Ministry of education and science of the Russian Federation of August 18, 2015 № P-129 "About the approval of the Technique of determination of the values of the indicators characterizing volumes (quality) of the public services (works) in the field of education, science and youth policy rendered (performed) by the Federal public institutions which are under authority of the Ministry of education and science of the Russian Federation at formation of the state task for the next financial year and planning period" [Electronic resource]. Access mode: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71070920/>.
3. Report on the research work "Organizational and technical support of the formation of the state task to the organizations subordinated to the Ministry of education and science of Russia", state. reg. report no. AAA-B18-218020790103-9. – М.: National Research University "Moscow Power Engineering Institute". - 2017. - 114 pages.
4. The formation of state targets for institutes of higher learning subordinated to the ministry of education and science of Russia / Kartashev S.I., Ashenkampf S.V., Semenov D.N. and other //

Информационная поддержка процессов формирования государственного задания и сбора отчета о его выполнении для образовательных организаций, подведомственных Минобрнауки России / Карташев С.И., Ашенкамф С.В., Гусев А.В. и др. // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. – 2018. – Т.3 №3(9) с. 19-25

International Journal of Information Technologies and Energy Efficiency. – 2017. – Т.2 No 4(6) p. 17-22.

5. Alashkevich, M[ikhail]; Bobryakov, A[lexander]; Klimenko, A[lexander]; Stefantsov, A[lexey] (2015). Automation and Informational Support of Budgetary Institution Financing Processes, Chapter 27 in DAAAM International Scientific Book 2015, pp. 319-328, B. Katalinic (Ed), Published by DAAAM International, ISBN 978-3-902734-05-1, ISSN 1726-9687, Vienna, Austria. DOI: 10.2507/daaam.scibook.2015.27
 6. Method of analysis of electronic unstructured text documents / V.V. Borisov, A.V. Bobryakov and others // Natural and technical sciences. – 2017. – №12. – p. 274–277.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 66.045.122

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАСЛООХЛАДИТЕЛЯ С РАЗЛИЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА

Дударовская О.Г.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Россия (420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51); e-mail: dg.olga5@mail.ru

Настоящая статья посвящена определению наиболее эффективного интенсификатора при проведении процесса охлаждения масла. Рассмотрены следующие методы интенсификации: применение поперечного обтекания пучка труб, насадочные элементы. Для расчетов аппаратов, заполненными насадочными элементами, рассмотрены приближенные математические модели. С использованием модели турбулентного пограничного слоя представлено выражение для расчета среднего коэффициента теплоотдачи в аппаратах с насадками. Рассматриваемая модель позволяет учесть протекание процесса в маслоохладителе с учетом затухания турбулентности в пограничном слое. Даны выражения основных параметров теплового расчета маслоохладителя. С применением программного обеспечения Mathcad выполнены расчеты и полученные расчетные значения сведены в таблице. Проведено сравнение рассматриваемых интенсификаторов, выбраны наиболее эффективные. Из проведенного анализа сделаны выводы, что насадочные элементы, как интенсификаторы теплообмена, дают лучшие результаты по сравнению с традиционными способами интенсификации, а именно при поперечном обтекании пучка труб.

Ключевые слова: маслоохладитель, интенсификация, насадочные элементы.

THE ANALYSIS OF EFFICIENCY OF THE OIL COOLER WITH VARIOUS ELEMENTS OF THE INTENSIFICATION OF HEAT EXCHANGE

Dudarovskaya O.G.

Federal state-funded educational institution of the higher education "Kazan state power university" Kazan, Russia (420066, Kazan, street Krasnoselsky, 51); e-mail: dg.olga5@mail.ru

The present article is devoted to definition of the most effective intensifier when carrying out process of cooling of oil. The following methods of an intensification are considered: application of cross flow of a bunch of pipes, nozzle elements. For calculations of devices, the filled nozzle elements, have considered approximate mathematical models. With use of model of a turbulent interface expression for calculation of average coefficient of a thermolysis in devices with nozzles is presented. The considered model allows to consider course of process in the oil cooler taking into account attenuation of turbulence in an interface. Expressions of key parameters of thermal calculation of the oil cooler are given. With application of the software of Mathcad calculations are executed and the received calculated values are reduced in the table. Comparison of the considered intensifiers is carried out, the most effective are chosen. From the carried-out analysis conclusions are drawn that nozzle elements as heat exchange intensifiers, yield the best results in comparison with traditional ways of an intensification, namely at cross flow of a bunch of pipes.

Key words: oil cooler, mg augmentation, placing units.

Совершенствование теплообменных аппаратов паротурбинных установок является одной из важных задач энергетики и энергомашиностроения. Ужесточение требований к массогабаритным характеристикам энергетического оборудования при одновременном росте тепловых нагрузок, скоростей рабочих сред и коррозионной активности воды, а также возможность загрязнения теплообменных поверхностей вынуждают разработчиков и изготовителей теплообменных аппаратов искать новые способы повышения их эффективности.

В системах маслоснабжения паро- и газотурбинных установок важную роль играют теплообменники вязких жидкостей – маслоохладители (охладители турбинных масел.) При их проектировании или модернизации широко используются различные виды поверхностей охлаждения, позволяющие интенсифицировать теплообмен в аппаратах по сравнению с гладкотрубными пучками.

Наиболее изученными и широко распространенными видами интенсифицированных поверхностей, применяемых в маслоохладителях, являются трубки с накатанным наружным оребрением треугольного или прямоугольного профиля, с проволочно-петельным оребрением, а также различно профилированные трубки.

Одним из успешно развивающихся способов интенсификации теплообмена является применение хаотичных насадочных элементов. Применение хаотично засыпанных в канал (трубу) мелких насадочных элементов (5-25 мм) с большим свободным объемом (~ 90 %), позволяет турбулизовать поток теплоносителя, что приводит к увеличению скорости движения теплоносителя и повышению эффективности теплосъема с поверхности трубы.

Рассмотрим задачу работы маслоохладителя МБ-63-90, который представляет собой вертикальный кожухотрубный теплообменник, где охлаждающая вода движется внутри трубок, а охлаждаемое масло в межтрубном пространстве.

Проанализируем несколько способов интенсификации работы маслоохладителя, а именно:

– поперечное обтекание пучка труб;

– применение насадочных элементов. В качестве насадок рассмотрим элементы шарообразной формы с техническими характеристиками: $d'_3 = 0,006$ м; $\varepsilon_{св} = 0,4$ м³/м² [1].

Проведем общий тепловой расчет маслоохладителя МБ-63-90 с рассмотренными способами интенсификации по известному алгоритму, включающего в себя нахождение распределения температур и необходимого отвода количества теплоты, площади поверхности теплообмена или (при заданной поверхности) разности между средней температурой потока в канале и температурой среды, омывающей канал снаружи [2].

Для теплового расчета маслоохладителя основными уравнениями являются уравнения теплового баланса и теплопередачи.

Для определения коэффициента теплоотдачи со стороны масла для гладких трубок при поперечном обтекании воспользуемся известной зависимостью [3,4]

$$\alpha_m = 0,354 \cdot \text{Re}_m^{0,6} \cdot \text{Pr}_m^{0,33} \cdot \left(\frac{S_2}{d_n}\right)^{-0,167} \cdot \left(\frac{\mu_m}{\mu_{ст}}\right)^{0,14} \cdot C_z \cdot \frac{\lambda_m}{d_n}, \quad (1)$$

где $\text{Re}_m = u_m \cdot d_n / \nu_m$ – число Рейнольдса для масла; Pr_m – число Прандтля для масла; u_m – средняя скорость масла, м/с; ν_m – коэффициент кинематической вязкости масла при средней

температуре масла, $\text{м}^2/\text{с}$; S_2 – продольный шаг трубок в пучке, м; d_n – наружный диаметр трубок, м; μ_m – коэффициент динамической вязкости масла при средней температуре масла в аппарате, $\text{Па}\cdot\text{с}$; $\mu_{ст}$ – коэффициент динамической вязкости масла при средней температуре стенки трубки, $\text{Па}\cdot\text{с}$; C_z – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности пучка и степень турбулентности потока; λ_m – коэффициент теплопроводности масла при средней температуре масла, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Коэффициент, учитывающий конструктивные особенности пучка и степень турбулентности потока находится как [5]

$$C_z = \frac{1}{1 + \frac{0,6}{Z_x} - \frac{0,1}{Z_x} \cdot \frac{S_2}{d_n}}, \quad (2)$$

где Z_x – число рядов в пучке, пересекаемых потоком масла.

Коэффициент теплоотдачи с водяной стороны аппарата с поверхностью теплообмена из гладких трубок определяется из известной зависимости и имеет вид [3,6]

$$\alpha_b = 0,021 \cdot \text{Re}_b^{0,8} \cdot \text{Pr}_b^{0,43} \cdot \frac{\lambda_b}{d_{вн}}, \quad (3)$$

где $\text{Re}_b = u_b \cdot d_{вн} / \nu_b$ – число Рейнольдса для воды; Pr_b – число Прандтля для воды; u_b – средняя скорость воды, $\text{м}/\text{с}$; ν_b – коэффициент кинематической вязкости воды при средней температуре воды, $\text{м}^2/\text{с}$; $d_{вн}$ – внутренний диаметр трубок маслоохладителя, м; λ_b – коэффициент теплопроводности воды при средней температуре воды, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Тогда коэффициент теплопередачи маслоохладителя при поперечном обтекании пучка труб рассчитывается по формуле [2]

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_m} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_b}}, \quad (4)$$

где $\delta_{ст}$ – толщина стенки поверхности теплообмена, м; $\lambda_{ст}$ – коэффициент теплопроводности материала стенки трубок, $\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$.

Поверхность теплообмена находится по выражению [2]

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta T}, \quad (5)$$

где Q – тепловая нагрузка маслоохладителя, Вт; ΔT – средняя разность температур, К.

С целью определения коэффициента теплоотдачи в трубе (каналах) с насадочными элементами используем модель пограничного слоя с функцией турбулентной вязкости с учетом затухания турбулентных пульсаций в вязком подслое. Теоретическая основа рассмотренного подхода заключается в использовании известных свойств консервативности законов трения и теплообмена к возмущающим воздействиям, где характеристики (параметры) пограничного слоя определяются на основе отношения потоков импульса в невозмущенном и возмущенном пограничном слое [7].

В случае, когда для улучшения теплопередачи межтрубное пространство заполняется элементами насадки коэффициент теплоотдачи со стороны масла определяется как [8]

$$\alpha'_m = \frac{\text{Nu}_3 \cdot \lambda_m}{d_3}, \quad (6)$$

где Nu_3 – критерий Нуссельта; $d_3 = 4 \cdot \varepsilon_{св} / a_v$ – эквивалентный диаметр насадки, м; $\varepsilon_{св}$ –

свободный объем насадки, $\text{м}^3/\text{м}^3$; a_v – удельная поверхность насадки, $\text{м}^2/\text{м}^3$.

Тогда запишем критерий Нуссельта для каналов, заполненных насадочными элементами [9]

$$\text{Nu}_3 = \frac{1,85 \cdot \text{Re}_3^{0,75} \text{Pr}_M^{0,33} \cdot (\xi/2)^{0,25}}{1,48 \cdot \text{Re}_3^{0,125} / \xi^{0,25} + 2,5 \ln(4 \cdot \text{Re}_3^{0,125} \cdot \xi^{0,5})}, \quad (7)$$

где $\text{Re}_3 = u_{\text{cp}} \cdot d_3 / \nu$ – эквивалентное число Рейнольдса; ξ – коэффициент гидравлического сопротивления насадочного слоя; $u_{\text{cp}} = u_M / \varepsilon_{\text{св}}$ – средняя скорость масла в насадке, м/с.

Для инженерных расчетов аппаратов с насадочными элементами предлагается использование выражения (7), полученного автором [9], причем необходимой информацией, об используемых насадках, является эквивалентный диаметр (d_3) и коэффициент гидравлического сопротивления (ξ).

Для насадок в форме шара коэффициент гидравлического сопротивления находится по известному выражению [10]

$$\xi = 4 \cdot \left(\frac{36,3}{\text{Re}_3} + 0,45 \right). \quad (8)$$

Коэффициент теплоотдачи с водяной стороны аппарата с поверхностью теплообмена из гладких трубок определяется по выражению (3).

Коэффициент теплопередачи маслоохладителя при применении в качестве интенсификаторов теплообмена насадочных элементов рассчитывается по формуле [8]

$$k' = \frac{1}{\frac{1}{\alpha'_M} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \frac{1}{\alpha_B}}. \quad (9)$$

Поверхность теплообмена находится по выражению [8]

$$F = \frac{Q}{k' \cdot \Delta T}. \quad (10)$$

С целью упрощения расчетов вычисления проводились с применением программного обеспечения MathCad 15.

Исходные данные, принимаемые при расчете (водяной маслоохладитель МБ-63-90):

марка масла – турбинное Т-30;

расход масла G_M – 78 т/ч;

расход воды G_B – 106 т/ч;

температура масла на входе маслоохладителя t_{M1} = 55 °С;

температура воды на входе маслоохладителя t_{B1} = 33 °С;

температура воды на выходе маслоохладителя t_{B2} = 35,2 °С;

материал трубок – латунь Л68 с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{\text{тр}} = 104,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

толщина стенки поверхности теплообмена $\delta_{\text{ст}} = 0,001 \text{ м}$;

наружный диаметр трубок $d_n = 0,016 \text{ м}$;

внутренний диаметр трубок $d_{\text{вн}} = 0,014 \text{ м}$.

В таблице 1 сведены полученные расчетные значения основных параметров теплового расчета маслоохладителя МБ-63-90, в котором охлаждается турбинное масло марки Т-30.

Таблица 1 – Расчетные значения параметров теплового расчета для маслоохладителя МБ-63-90

№ п/п	Коэффициент теплоотдачи α_m , Вт/(м ² ·К)	Коэффициент теплопередачи k , Вт/(м ² ·К)	Потребная поверхность теплообмена F , м ²
1	406,3	363	64
2	2384,2	1662,9	15

Примечание: 1) при поперечном обтекании пучка труб; 2) межтрубное пространство заполнено насадочными элементами из шаров ($d'_s = 0,006$ м; $\varepsilon_{св} = 0,4$ м³/м²).

Из расчета следует, что коэффициент теплоотдачи при применении насадочных элементов в 5,8 раз выше, чем при поперечном обтекании пучков труб, следовательно, и условная поверхность теплообмена при использовании насадочных элементов требуется в 4 раза меньше.

Эффект применения насадочных элементов имеет значительный результат при использовании в качестве теплоносителей вязких продуктов.

Из проведенного анализа следует, что насадочные элементы, как интенсификаторы теплообмена, дают лучшие результаты по сравнению с традиционными способами интенсификации, а именно при поперечном обтекании пучка труб.

Также преимуществом применения насадочных элементов является то, что их засыпка может выполняться в обычные теплообменные аппараты при небольших конструктивных изменениях.

Рассматриваемый подход определения основных тепловых характеристик в маслоохладителе с насадочными элементами позволяет находить относительные значения по тепловой эффективности интенсификации теплообмена, при этом данный подход позволяет вводить наименьшее количество эмпирических параметров об изучаемом объекте моделирования.

Список литературы

1. Аэров М.Э. Аппараты со стационарным зернистым слоем: Гидравлические и тепловые основы расчета. Л.: Химия, 1979. 184 с.
2. Кузнецов А.А. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности. Л: Химия, 1974. 344 с.
3. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. М.: Энергоатомиздат, 1998. 286 с.
4. РТМ 108.020.126-80. Методика расчета и проектирования охладителей масла для систем маслоснабжения турбоустановок. Л.: ЦКТИ, 1982. 76 с.
5. Бродов Ю.М., Аронсон К.Э., Блинков С.Н. и др. Теплообменники энергетических установок. Екатеринбург, Сократ, 2003. 945 с.
6. Михеев М.А. Основы теплопередачи. М.: Госэнергоиздат, 1961. 237 с.
7. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1974. 712 с.
8. Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г. Эффективность явлений переноса в каналах с хаотичными насадочными слоями. Спб.: Страта, 2016. 214 с.
9. Дударовская О.Г. Модели интенсифицированного тепломассообмена и смешения сред в каналах с хаотичными насадочными слоями: дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2016. 202 с.
10. Каган А.М., Лаптев А.Г., Пушнов А.С., Фарахов М.И. Контактные насадки промышленных тепломассообменных аппаратов. Казань: Отечество, 2013. 454 с..

References

1. Aerov M.E. Devices with a stationary granular layer: Hydraulic and thermal bases of calculation. L.: Chemistry, 1979. 184 p.
 2. Kuznetsov A.A. Calculations of processes and devices of oil-processing industry. L: Chemistry, 1974. 344 p.
 3. Nazmееv Yu.G., Lavygin V.M. Heatexchange offices of thermal power plant. M.: Energoatomizdat, 1998. 286 p.
 4. PTM 108.020.126-80. A calculation procedure and design of coolers of oil for the systems of a maslosnabzheniye of turbine plants. L.: TsKTI, 1982. 76 p.
 5. Brodov Yu.M., Aronson K.E., Blinkov S.N., etc. Heat exchangers of power stations. Yekaterinburg, Socrates, 2003. 945 p.
 6. Mikheyev M.A. Heat transfer bases. M.: Gosenergoizdat, 1961. 237 p.
 7. Shlikhting G. Theory of an interface. M.: Science, 1974. 712 p.
 8. Laptev A.G., Farakhov T.M., Dударовskaya O.G. Efficiency of the phenomena of transfer in channels with chaotic nozzle layers. SPb.: Level, 2016. 214 p.
 9. Dударовskaya O.G. of Model of the intensified heatmass exchange and mixture of environments in channels with chaotic nozzle layers: yew. ... cand. tech. sci. Kazan, 2016. 202 p.
 10. Kagan A.M., Laptev A.G., Pushnov A. S., Farakhov M.I. Contact nozzles of industrial teplomassoobmenny devices. Kazan: Fatherland, 2013. 454 p.
-



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 66.045

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СРЕДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА В АППАРАТАХ С ХАОТИЧНЫМИ НАСАДОЧНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Дударовская О.Г.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Россия (420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51); e-mail: dg.olga5@mail.ru

Настоящая статья посвящена определению влияния теплофизических свойств среды на эффективность проведения процесса теплообмена в аппаратах, заполненных стационарным насадочным слоем из хаотичных насадок. Рассматриваются процессы турбулентного переноса тепла в стационарных насадочных слоях с хаотичной структурой. Для расчетов аппаратов, заполненных насадочными слоями, применяются одномерные модели теплоотдачи в турбулентном пограничном слое, теоретическая основа которых заключается в использовании известных свойств консервативности законов трения и теплообмена к возмущающим воздействиям. Полученные расчетные выражения для среднего коэффициента теплоотдачи используются при расчетах аппаратов с насадочными слоями. Произведены расчеты тепловой эффективности аппаратов с насадочными слоями при изменении теплофизических свойств среды. Проведен анализ влияния теплофизических свойств среды на эффективность проведения процесса теплообмена, сделаны выводы.

Ключевые слова: математическое моделирование, диффузионная модель, эффективность, коэффициент теплоотдачи, стационарный насадочный слой.

INFLUENCE OF HEATPHYSICAL PROPERTIES OF THE ENVIRONMENT ON EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE IN DEVICES WITH CHAOTIC NOZZLE ELEMENTS

Dudarovskaya O.G.

Federal state-funded educational institution of the higher education "Kazan state power university" Kazan, Russia (420066, Kazan, street Krasnoselsky, 51); e-mail: dg.olga5@mail.ru

The present article is devoted to definition of influence of heatphysical properties of the environment on efficiency of carrying out process of heat exchange in the devices filled with a stationary nozzle layer from chaotic nozzles. Processes of turbulent transfer of heat in stationary nozzle layers with chaotic structure are considered. For calculations of devices, the filled nozzle layers, apply one-dimensional models of a thermolysis in a turbulent interface which theoretical basis consists in use of the known properties of conservatism of laws of friction and heat exchange to the revolting influences. The received settlement expressions for average coefficient of a thermolysis are used when calculating devices with nozzle layers. Calculations of thermal efficiency of devices with nozzle layers at change of heatphysical properties of the environment are made. The analysis of influence of heatphysical properties of the environment on efficiency of carrying out process of heat exchange is carried out, conclusions are drawn.

Важным направлением совершенствования процессов теплообмена является применение интенсифицированных поверхностей с целью повышения эффективности процесса. Наиболее перспективным методом интенсификации процесса теплообмена является применение в аппаратах хаотичного насадочного слоя.

Получить количественную оценку эффективности теплообменного оборудования достаточно сложно в силу большого количества переменных величин, влияющих на эффективность.

К исходным условиям для выполнения процесса теплопередачи (или *внешние параметры*) относятся заданные расходы рабочих сред, их начальные и конечные температуры, теплофизические свойства сред в диапазоне заданных температур, тепловые нагрузки на теплообменный аппарат и другие исходные требования.

Приведенный перечень параметров показывает всю сложность определения оценки эффективности конструкции теплообменного аппарата. Поэтому представляется определенный интерес произвести оценку влияния теплофизических свойств сред на эффективность проведения процесса теплообмена в аппаратах насадочного типа.

Для решения поставленных задач рассматриваются процессы переноса тепла в средах в стационарных насадочных слоях с хаотичной засыпкой при турбулентном режиме движения среды сквозь слой, применяя модели пограничного слоя.

Ниже рассмотрим определение среднего коэффициента теплоотдачи и использование его для расчета эффективности теплопереноса в каналах и аппаратах с насадками при турбулентном режиме ($Re_3 > 40$) [1].

1. Определение тепловой эффективности

Рассмотрим математическую модель для аппаратов с новыми насадками, т.е. в случае если экспериментальные данные по структуре потоков отсутствуют.

В хаотичном насадочном слое задать граничные условия на каждом контактном элементе практически невозможно, причем число таких элементов в промышленном аппарате может составлять несколько миллионов. В таких случаях применяют частный случай модели многоскоростного континуума, используя объемные источниковые члены [1-3]. Наиболее простыми моделями структуры потоков являются диффузионная и ячеечная [1-3].

Представляя хаотичный насадочный слой в вертикальном направлении движения потока условно в виде совокупности параллельных эквивалентных каналов с поправкой Дэвидсона на извилистость ($k = \pi / 2$), с учетом стока или притока тепла в форме объемных источников тепла, запишем уравнение теплопереноса в эквивалентном канале в цилиндрических координатах (при турбулентном режиме) [4]

$$\rho c_p u \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left[r (\lambda + \lambda_T) \frac{\partial T}{\partial r} \right] \pm R_T, \quad (1)$$

где ρ – плотность среды, кг/м³; c_p – теплоемкость среды при постоянном давлении, Дж/(кг·К); $u = u_0/\varepsilon_{св}$ – средняя скорость среды в насадке, м/с; T – температура среды, К; x – продольная координата, м; r – радиальная координата, м; λ – коэффициент молекулярной теплопроводности, Вт/(м·К); λ_T – коэффициент турбулентной теплопроводности, Вт/(м·К); R_T – объемный источник тепла; знак \pm – зависит от притока и стока тепла.

Пределы интегрирования уравнения (1) имеют вид:

при $x = 0$; $T = T_n$ (на входе),

при $r = 0$; $\frac{\partial T}{\partial r} = 0$ (ось симметрии),

при $r = r_{ст}$; $\frac{\lambda \partial T}{\partial r} = \alpha (T - T_{ст})$ (на поверхности),

при $x = H$; $\frac{\partial T}{\partial x} = 0$ (на выходе).

Без использования объемных источников членов R_T приближенное решение уравнения (1) возможно с записью граничных условий четвертого рода [5]. Однако это дает значительные трудности при численном решении, а также не учитывает перенос тепла по всему объему насадочного слоя с учетом взаимодействия пор, каналов.

Тогда для эквивалентного канала насадки запишем уравнение однопараметрической диффузионной модели стационарного теплопереноса, которое имеет вид

$$u \frac{dT}{dx} = D_{п} \frac{d^2T}{dx^2} \pm \frac{R_T}{\rho c_p}, \quad (2)$$

где $D_{п}$ – коэффициент продольного перемешивания, m^2/c .

При значении модифицированного числа Пекле $Pe > 20$, можно использовать модель идеального вытеснения, уравнение которой записывается в виде [1]

$$u \frac{dT}{dx} = \pm \frac{R_T}{\rho c_p}. \quad (3)$$

Аналитическое решение уравнения (3) имеет вид

$$\eta = 1 - \exp(-N_T), \quad (4)$$

где N_T – тепловое число единиц переноса.

С учетом $N_T = \alpha F_{нас}/(\rho c_p V)$ выражение (4) примет вид [4]

$$\eta = 1 - \exp\left(-\frac{\alpha F_{нас}}{\rho c_p V}\right), \quad (5)$$

где α – коэффициент теплоотдачи, $Вт/(m^2 \cdot K)$; $F_{нас} = a_v \cdot S \cdot H$ – площадь поверхности насадки в канале длиной H , m^2 ; S – площадь поперечного сечения канала, m^2 ; H – длина канала с насадкой, m ; a_v – удельная поверхность насадки, m^2/m^3 ; V – объемный расход среды, m^3/c .

Определение теоретическим путем коэффициента теплоотдачи для аппаратов с хаотичными насадочными слоями является сложной задачей.

В работе [6] получено выражение безразмерного комплекса Нуссельта для определения коэффициента теплоотдачи в каналах с насадочными элементами на основе модели пограничного слоя с функцией турбулентной вязкости Owena с учетом затухания турбулентных пульсаций в вязком подслое которое имеет вид

$$Nu_3 = \frac{\alpha \cdot d_3}{\lambda} = \frac{1,85 \cdot Re_3^{0,75} Pr^{0,33} \cdot (\xi/2)^{0,25}}{1,48 \cdot Re_3^{0,125} / \xi^{0,25} + 2,5 \ln(4 \cdot Re_3^{0,125} \cdot \xi^{0,5})}, \quad (6)$$

где $Re_3 = u \cdot d_3 / \nu$ – эквивалентное число Рейнольдса; ν – коэффициент кинематической вязкости, m^2/c ; $d_3 = 4 \cdot \varepsilon_{св} / a_v$ – эквивалентный диаметр насадки, m ; $\varepsilon_{св}$ – свободный объем насадки, m^3/m^3 ; Pr – число Прандтля; ξ – коэффициент гидравлического сопротивления насадочного слоя.

Выражение (6) рекомендуется использовать для практических расчетов процессов теплообмена в каналах с насадочными элементами при числах Рейнольдса $40 < Re_3 < 10^4$.

Коэффициент гидравлического сопротивления позволяет корректировать безразмерную толщину вязкого подслоя для пограничного слоя на элементах насадки.

Таким образом, коэффициент теплоотдачи в канале, заполненном хаотичным насадочным слоем, определяется как

$$\alpha = \frac{Nu_3 \cdot \lambda}{d_3} = \frac{1,85 \cdot Re_3^{0,75} \cdot Pr^{0,33} \cdot (\xi/2)^{0,25} \cdot \lambda}{\left[(1,48 \cdot Re_3^{0,125} / \xi^{0,25}) + 2,5 \ln(4 \cdot Re_3^{0,125} \cdot \xi^{0,5}) \right] \cdot d_3}. \quad (7)$$

В работе [7] для аппарата газоочистки от дисперсной фазы получено выражение для определения энергетического коэффициента и имеет вид

$$E = \frac{\eta}{\Delta P}, \quad (8)$$

где η – тепловая эффективность процесса; ΔP – потери давления в канале, заполненном насадочным слоем, Па.

Данное выражение можно использовать для оценки энергетической эффективности процесса теплообмена в аппаратах с насадочными элементами.

Потери давления в канале с хаотичным насадочным слоем определяются из известного выражения Дарси-Вейсбаха [3]

$$\Delta P = \xi \cdot \frac{H}{d_3} \cdot \frac{\rho u^2}{2}. \quad (9)$$

С целью оценки влияния теплофизических свойств среды на эффективность проведения процесса теплообмена в аппаратах, заполненных насадочным слоем из хаотичных насадок, рассмотрим следующие примеры процесса теплообмена.

2. Результаты расчетов

Примем, что горячий поток воды с температурой $t = 80$ °С протекает через насадочный слой, состоящий из насадок «Инжехим – 2003М» (разм. 25 мм). Длина насадочного слоя принималась постоянной $H = 0,2$ м. Эффективность процесса η приближенно определяется, используя модель идеального вытеснения (выражение 5).

Коэффициент кинематической вязкости воды $\nu = 0,365 \cdot 10^{-6}$ м²/с; плотность воды $\rho = 971,8$ кг/м³; скорость воды в насадке изменяется в пределах $u = 0,1 \div 0,75$ м/с.

На рисунке 1 представлена зависимость тепловой эффективности, полученная по выражению (5), от числа Рейнольдса Re_3 .

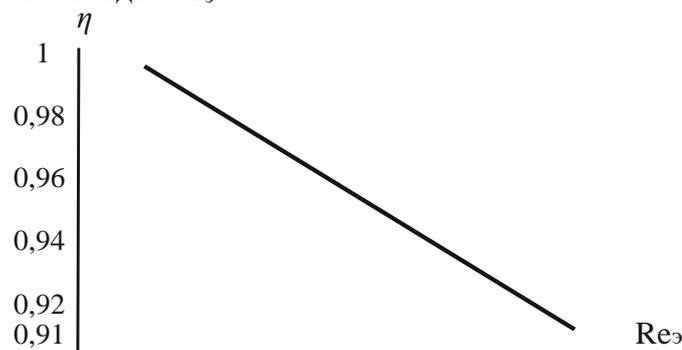


Рисунок 1 – Зависимость тепловой эффективности η от числа Рейнольдса Re_3 в каналах, -

заполненных хаотичным насадочным слоем, состоящим из насадок «Инжехим – 2003М» (при $H = 0,2$ м; $t = 80$ °С; $\nu = 0,365 \cdot 10^{-6}$ м²/с; $\rho = 971,8$ кг/м³).

Как следует из графика, с увеличением числа Рейнольдса $Re_э$ тепловая эффективность процесса уменьшается, вследствие повышения расхода теплоносителя, т.к. $N_m \sim Re_э^{-(0,3 \div 0,25)}$.

Оценим влияние температуры среды на эффективность процесса теплообмена в аппарате со стационарной хаотичной насадкой.

В качестве примера рассмотрим:

- среда – вода с температурой в интервале $t = 20 \div 80$ °С; насадочный слой условно состоит из насадок «Инжехим – 2003М» (разм. 25 мм); длина насадочного слоя принимается $H = 0,2$ м;
- коэффициент кинематической вязкости и плотность изменялись в соответствии с температурой среды; скорость среды в насадке $u = 0,25$ м/с; эффективность процесса η приближенно определяется, используя модель идеального вытеснения (выражение 5), а энергетический коэффициент $\eta/\Delta P$ по выражению (8).

На рисунке 2 и 3 показаны зависимости эффективности процесса η и энергетического коэффициента $\eta/\Delta P$ от числа Рейнольдса при различных температурах среды, соответственно.

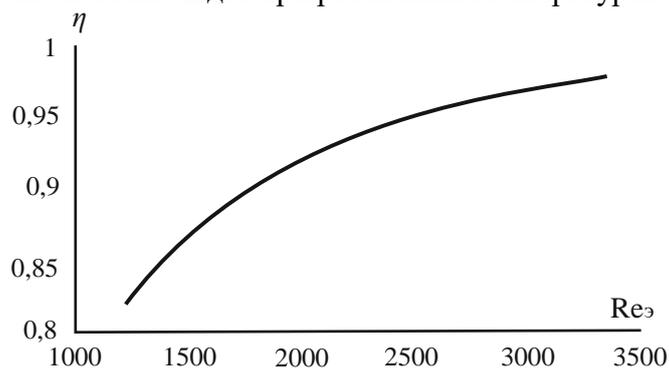


Рисунок 2 – Зависимость тепловой эффективности η от числа Рейнольдса $Re_э$ в каналах, заполненных хаотичным насадочным слоем, состоящим из насадок «Инжехим – 2003М» (при $H = 0,2$ м; $u = 0,25$ м/с).

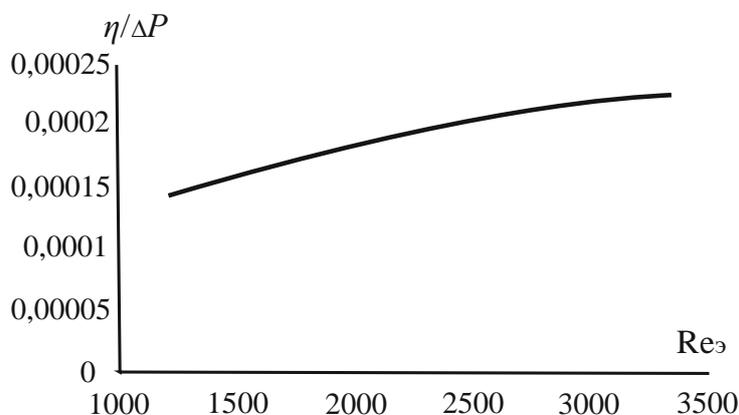


Рисунок 3 – Зависимость $\eta/\Delta P$ от числа Рейнольдса $Re_э$ в каналах, заполненных хаотичным насадочным слоем, состоящим из насадок «Инжехим – 2003М» (при $H = 0,2$ м; $u = 0,25$ м/с).

Чем больше значение $\eta/\Delta P$, тем эффективнее с энергетической точки зрения протекает процесс теплообмена.

Таким образом, получается, что эффективность процесса теплообмена в аппаратах с насадками выше при высоких температурах среды, это связано со свойствами среды, зависящими от температуры. Так с увеличением температуры вязкость среды уменьшается, что приводит к уменьшению гидравлического сопротивления, это в свою очередь ведет к уменьшению энергетических затрат, тем самым повышая эффективность процесса теплообмена.

Далее рассмотрим влияние вязкости на эффективность процесса теплообмена в аппаратах с насадками, при этом в качестве теплоносителей рассматривались различные среды: 1 – мазут марки М – 40 ($\nu = 0,59 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; $\rho = 930 \text{ кг}/\text{м}^3$); 2 – мазут марки М – 100 ($\nu = 0,95 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$; $\rho = 990 \text{ кг}/\text{м}^3$); температура рассматриваемых сред $t = 80^\circ \text{ С}$; скорость среды в насадке изменяется в пределах $u = 0,1 \div 1,25 \text{ м}/\text{с}$.

На рисунке 4 представлена зависимость тепловой эффективности η от числа Рейнольдса Re_ε для различных теплоносителей.

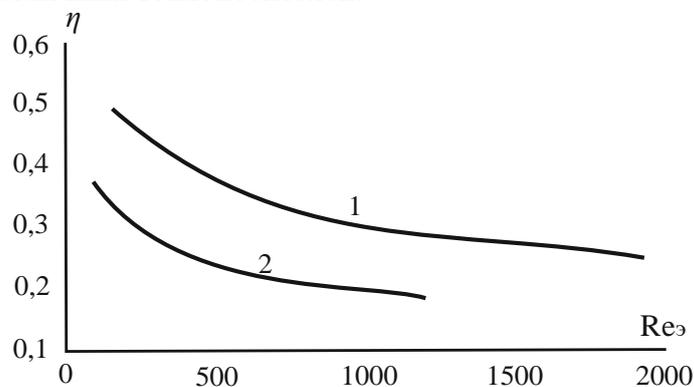


Рисунок 4 – Зависимость тепловой эффективности η от числа Рейнольдса Re_ε в каналах, заполненных насадками «Инжехим – 2003М» для различных сред (при $u = 0,1 \div 1,25 \text{ м}/\text{с}$): 1 – мазут М-40; 2 – мазут М-100.

Для рассматриваемых сред с наименьшими значениями кинематической вязкости (мазут М-40) эффективность процесса теплообмена в каналах с насадками выше, чем для более вязких сред.

При проведении процесса теплообмена в аппаратах с насадками для высоковязких сред необходимо учитывать влияние их теплофизических свойств, которые способствуют в ряде случаев снижению эффективности процесса в целом.

Таким образом, в результате проведенного анализа показана возможность использования моделей пограничного слоя для расчета теплоотдачи в хаотичных слоях, состоящих из насадок, при турбулентном движении среды.

Разработанная методика позволяет проводить оценку влияния теплофизических свойств среды на эффективность проведения процесса теплообмена в аппаратах, заполненных насадочным слоем, состоящем из хаотичных насадок.

Список литературы

1. Рамм В.М. Абсорбция газов. М.: Химия, 1976. 656 с

2. Александров И.А. Массопередача при ректификации и абсорбции многокомпонентных смесей. Л.: Химия, 1975. 319 с.
3. Аэров М.Э. Аппараты со стационарным зернистым слоем: Гидравлические и тепловые основы расчета. Л.: Химия, 1979. 184 с.
4. Лаптев А.Г., Фарахов Т.М., Дударовская О.Г. Эффективность явлений переноса в каналах с хаотичными насадочными слоями. Спб.: Страта, 2016. 214 с.
5. Холпанов Л.П., Шкадов В.Я. Гидродинамика и тепломассообмен с поверхностью раздела. М.: Наука, 1990. 271 с.
6. Дударовская О.Г. Модели интенсифицированного тепломассообмена и смешения сред в каналах с хаотичными насадочными слоями: дис. ... канд. техн. наук. Казань, 2016. 202 с.
7. Лаптев А.Г., Башаров М.М. Эффективность тепломассообмена и разделения гетерогенных сред в аппаратах нефтегазохимического комплекса. Казань: Центр инновационных технологий, 2016. 344 с..

References

1. Ramm V.M. Absorption of gases. M.: Chemistry, 1976. 656 p.
 2. Alexandrov I.A. A mass transfer at rectification and absorption of multicomponent mixes. L.: Chemistry, 1975. 319 p.
 3. Aerov M.E. Devices with a stationary granular layer: Hydraulic and thermal bases of calculation. L.: Chemistry, 1979. 184 p.
 4. Laptev A.G., Farakhov T.M., Dudarovskaya O.G. Efficiency of the phenomena of transfer in channels with chaotic nozzle layers. SPb.: Level, 2016. 214 p.
 5. Holpanov L.P., Shkadov V.Ya. Hydrodynamics and a heatmass exchange with an interface. M.: Science, 1990. 271 p.
 6. Dudarovskaya O.G. Model of the intensified heatmass exchange and mixture of environments in channels with chaotic nozzle layers: yew. ... Cand.Tech.Sci. Kazan, 2016. 202 p.
 7. Laptev A.G., Basharov M.M. Efficiency of a heatmass exchange and division of heterogeneous environments in devices of a petrochemical complex. Kazan: Center of innovative technologies, 2016. 344 p.
-