

*А. А. Чернов, П. А. Марьяндышев, В. К. Любов
Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ БИОТОПЛИВА МЕТОДОМ ХРОМАТОГРАФИИ ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ

*Работа выполнена с использованием оборудования ЦКП НО «Арктика»
при частичной финансовой поддержке Минобрнауки РФ*

Целью данного исследования является изучение термических свойств различных типов биотоплива, анализ компонентов, образующихся в процессе его термического разложения при определенных температурах методом газовой хроматографии. Подготовленные образцы биотоплива помещались в газовый хроматомасс спектрометр GC-MS QP2010Plus, оснащенный системой пиролиза EGA/PY-3030D с использованием программного обеспечения GCMS Solution 2.72. В процессе термического разложения полученные компоненты улавливались в азотной ловушке и последовательно анализировались. В результате проведен газохроматографический анализ разных видов биотоплива: сосна, ель, пеллеты из ели.

Древесная биомасса, газовая хроматография, хроматограмма, пиролиз, термическое разложение, компоненты.

The aim of this research is to study thermal properties of different kinds of biofuels and to analyze the components, produced in the process of its thermal decomposition at defined temperatures by the method of gas chromatography. The prepared samples of biofuels were installed into the gas chromatomass spectrometer GC-MS QP2010Plus with the pyrolysis system EGA/PY-3030D working with the software GCMS Solution 2.72. During the process of the thermal decomposition the components were caught in the nitrogen trap. As a result the gas chromatography analysis of different kinds of biofuels such as pine, spruce, and pellets from spruce was carried out.

Wood biomass, gas chromatography analysis, chromatogram, pyrolysis, thermal decomposition, components.

Введение.

Экологическая политика в сфере энергообеспечения предусматривает: стимулирование производства и потребления топлива и энергии технологиями, улучшающими здоровье населения и состояние окружающей среды; вовлечение в топливно-энергетический баланс возобновляемых источников энергии и отходов производства в целях уменьшения негативного влияния энергетической деятельности на окружающую среду и сохранения потенциала невозобновляемых энергоресурсов для будущих поколений. Возобновляемые источники энергии, важнейшим из которых является энергия, аккумулированная в растительности, могут сыграть существенную роль в решении энергетических проблем. Поэтому биоэнергетике последнее время уделяется большое внимание. Биотопливо является самым древним видом топлива, однако проблема его эффективного сжигания до сих пор остается актуальной во всем мире [1].

Основная часть.

Биотопливо является привлекательным источником энергии для производства теплоты и электричества. Главными преимуществами применения биотоплива являются нулевой эффект цикла углекислого газа (выделяется то количество углекислого газа, которое было поглощено растением в процессе фотосинтеза в течение его жизни), возобновляемость биотопливных ресурсов, их доступность и приемлемая цена. Важной особенностью древесной биомассы как топлива является то, что в ней практически

отсутствует сера и фосфор, что позволяет считать ее экологически безвредным топливным ресурсом.

Потребность в термохимическом синтезированном газе и жидких биотопливах сильно выросла за последние годы из-за высокой стоимости биоэтанола и биомасла, получаемых из водорослей [3]. Термохимические процессы имеют много преимуществ, таких как быстрое превращение с высоким КПД больших объемов и разных типов биомассы, включая отходы биомассы. Газификация – один из наиболее распространенных термохимических процессов [5], [6], [8], [19], [24]. Реакции, протекающие в процессе газификации, имеют сложный характер, зависят как от свойств исходной биомассы, так и от условий протекания процесса газификации и к настоящему времени недостаточно исследованы [11]–[15]. Существует много различных типов газификаторов, от традиционных до инновационных. В случае традиционных, таких как использующих принцип кипящего слоя [15], [21], биомасса периодически подается в реактор при недостаточном количестве воздуха. В зоне обогащенной окислителем идет процесс горения биомассы, при этом выделяющаяся теплота расходуется на термическую подготовку и пиролиз остальной части биомассы. Процесс термического разложения биомассы протекает более 10 мин. В случае инновационных, таких как газификатор увеличенного потока [14], смесь пара и кислорода используется как газифицирующий агент. Исходная биомасса постоянно подается и эффективно смешивается с газифицирующим агентом. Часть биомассы сгорает для поддержания высокой температуры, а большая часть подвергается пиролизу. Время термического разло-

жения обычно составляет менее 20 с. Реакции газификации, протекающие в аппаратах данного типа, являются очень сложными, так как процесс горения и пиролиза проходят одновременно.

Пиролиз – это процесс термического разложения биомассы в биомасло, газ и уголь в разных соотношениях в зависимости от условий протекания процесса, температуры, времени, размера частиц и типа биотоплива. Этот процесс включает в себя разрыв связей углерод–углерод и образование через окислительно-восстановительные реакции связей углерод–кислород, при этом часть биомассы переходит в углерод, в то время как другая часть гидролизуется и окисляется, образуя фенолы, углеводороды, альдегиды, кетоны и карбоксильные кислоты. Затем эти первичные продукты связываются и образуют сложные молекулы, такие как эфиры и полимерные продукты [21].

Северо-Западный регион обладает огромными запасами древесины, поэтому для него наиболее важным является максимально эффективно использовать древесную биомассу в различных направлениях хозяйственной деятельности. Для повышения эффективности энергетического использования биомассы необходимо исследовать процессы, происходящие при ее термическом разложении. Исходя из этого, в качестве объектов исследований были выбраны биотоплива разных пород (сосна, ель), древесные гранулы (пеллеты) из ели, характерные для многих лесных регионов России.

Термогравиметрический анализ с газовой хроматографией является эффективным методом изучения различных термических процессов [4], [7], [9], [10], [14], [17], [18], [20], [25]. Целью данного исследования являлось изучение термических свойств различных биотоплив, анализ компонентов, образующихся в процессе их термического разложения при определенных температурах методом газовой хроматографии.

Биотопливо разных пород древесины были собраны в Архангельской области РФ. Пеллеты из ели производятся в ЗАО «Лесозавод 25» в городе Архангельске. Данное предприятие является крупным производителем пиломатериалов и гранулированного топлива из побочных продуктов распиловки. Годовой объем производства гранулированного топлива – 75 тыс. т. В основном пеллеты производятся из хвойных пород древесины, преобладающих в Северо-Западном регионе Российской Федерации, а именно: из ели и сосны.

В лаборатории кафедры ПТЭ САФУ им. М. В. Ломоносова был произведен теплотехнический анализ выбранных образцов, который показал, что сосна имеет следующие теплотехнические характеристики: влажность $W_t^r = 14,58 \%$; зольность $A^r = 0,41 \%$; выход летучих веществ $V^{daf} = 85,30 \%$; низшая теплота сгорания на рабочую массу $Q_i^r = 18,97$ МДж/кг. Теплотехнические характеристики ели: $W_t^r = 13,89 \%$; $A^r = 0,38 \%$; $V^{daf} = 83,20 \%$; $Q_i^r = 18,86$ МДж/кг. Пеллеты из ели имеют следующие

теплотехнические характеристики: $W_t^r = 6,74 \%$; $A^r = 0,37 \%$; $V^{daf} = 84,59 \%$; $Q_i^r = 17,38$ МДж/кг. Влажность, зольность и выход летучих веществ определялись по стандартным методикам с использованием оборудования лаборатории термохимического анализа. Теплотворная способность исследуемых образцов была определена на установке – калориметр "IKA C 2000 Basic Version 2".

Экспериментальные образцы были подвергнуты размолу в планетарной шаровой мельнице РМ 200 фирмы "Retzsch", просеяны на аналитическом ситовом анализаторе – "Retzsch AS 200 Control" до гранулометрического состава частиц с размером от 63 до 125 мкм. Дополнительной сушке образцы не подвергались.

Запись хроматограмм проводилась на приборе "GC-MS QP2010Plus" (Shimadzu, Япония) [23], оснащенной системой пиролиза "EGA/PY-3030D" (Frontier Lab, Япония), для обработки полученных результатов использовалось программное обеспечение GCMS Solution 2.72. Процесс термического разложения проходил без доступа кислорода. Компоненты, выделяющиеся в процессе термического разложения, были проанализированы в диапазонах температур: 40–300, 300–350, 350–400, 400–500, 500–600 °C.

Подготовленные образцы разных пород биотоплива массой 10 мг помещались в газовый хроматомасс спектрометр. Скорость нагрева 20 °C в минуту от 40 до 600 °C. В процессе термического разложения полученные компоненты улавливались в азотной ловушке и последовательно анализировались.

Результаты исследования обрабатывались с помощью программного обеспечения, поставляемого с газовым хроматомасс спектрометром.

На рис. 1–3 представлены полные ионные хроматограммы для пеллет из ели, ствольной древесины ели и сосны в диапазоне температур от 300 до 350 °C. По оси ординат отложена площадь пика, а по оси абсцисс – время процесса термического разложения. Из всех получаемых веществ с помощью программного обеспечения для разных биотоплив были выбраны и сведены в табл. 1–3 компоненты, образующиеся в наибольшем количестве. Компоненты выбирались по величине площади пика на ионной хроматограмме.

Биотопливо разных пород состоит из различных компонентов со сложными структурами, каждый из которых плавится, испаряется или разлагается при определенных температурах. В качестве сравнительной характеристики выделяющихся компонентов при термическом разложении различных видов биотоплива были выбраны хроматограммы для диапазона температур 300–350 °C. Выбор этого диапазона был обусловлен тем, что в данном диапазоне происходит наибольший выход летучих веществ с большим разнообразием выделяющихся компонентов. Исходя из этого, данный диапазон представляет наибольший интерес для изучения процесса пиролиза.

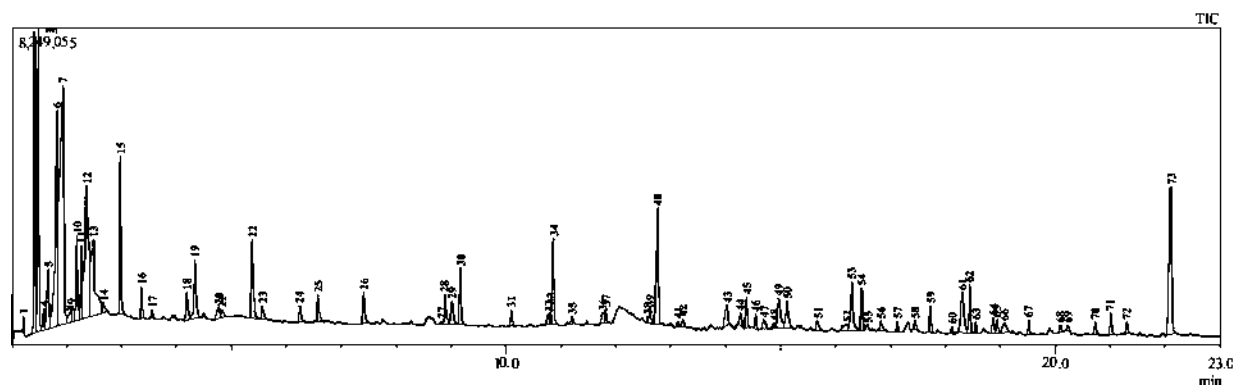


Рис. 1. Ионная хроматограмма для пеллет из ели

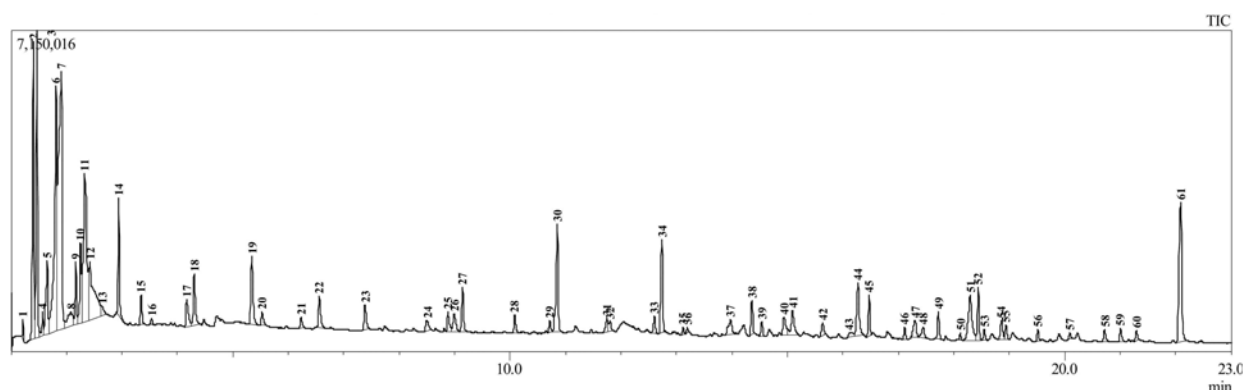


Рис. 2. Ионная хроматограмма для стволовой древесины ели

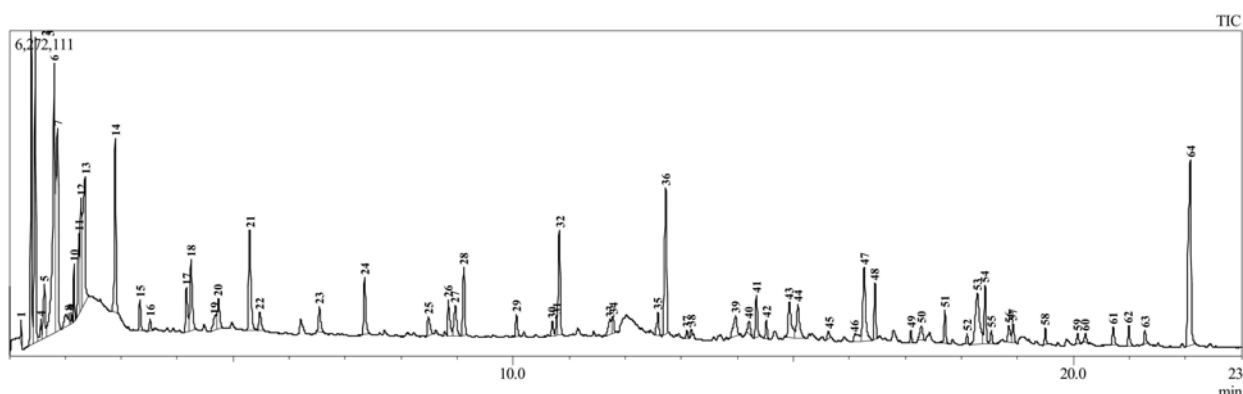


Рис. 3. Ионная хроматограмма для стволовой древесины сосны

Хроматограммы для различных видов биотоплива имеют сходный вид. Каждому выделяемому компоненту соответствует пик с определенным номером. Как видно из табл. 1–3, в диапазоне температур 300–350 °С не происходило выделение такого вещества как монооксид углерода для пеллет из ели и стволовой древесины ели, в то время как для сосны наличие данного компонента было зафиксировано.

Необходимо также отметить, что для пеллет из ели не были обнаружены такие компоненты, как: 2-Акролеин, 3-(4-гидрокси-3-метоксифенил) и ванилин. Для материала сосны в данном диапазоне температур наблюдалось значительно меньшее выделение воды и муравьиной кислоты, что можно проследить по пикам представленных хроматограмм по соответствующим номерам 8 и 9. Кроме того, для

данного материала в диапазоне температур 300–350 °С было зафиксировано выделение этилена (табл. 3).

В работе [16] выделяющиеся компоненты разделены на 3 группы:

- а) фенолы и его производные;
- б) окисленные циклические компоненты;
- в) окисленные низкомолекулярные компоненты.

Компоненты, полученные в результате нашего исследования, также подходят под данную квалификацию.

Известно, что древесина состоит из ряда сложных высокомолекулярных соединений, основными из которых являются целлюлоза (33–50 % массы абсолютно сухой древесины), лигнин (20–30 %) и гемицеллюлоза (14–27 %).

Таблица 1

Компоненты, выделяющиеся при пиролизе пеллет из ели

Компонент и соответствующая ему площадь пика, %	Диапазон температур, °С				
	40–300	300–350	350–400	400–500	500–600
СО	–	–	0,41	1,02	1,62
СО ₂	9,23	5,51	6,49	15	12,84
Формальдегид	7	6,03	3,94	–	–
Метанол	5,3	1,91	2,2	–	–
Фенол и производные	–	1,57	0,88	13,43	–
Креозол	–	0,3	3,28	2,28	–
Бензол и производные	–	–	–	–	6,36
Этилен	–	–	–	–	6,25
Вода	64,1	13,59	13,71	54,45	71,35
Пропионовая кислота	–	2,48	4,13	–	–
Муравьиная кислота (formic acid)	–	6,98	–	–	–
Уксусная кислота	–	4,64	–	–	–
2-Бутанол	–	7,79	12,84	–	–
2-Акролеин, 3-(4-гидрокси-3-метоксифенил)	7,25	–	–	–	–
4-(1E)-3-Гидрокси-1-пропенил-2-метооксифенол	–	6,26	–	–	–

Таблица 2

Компоненты, выделяющиеся при пиролизе ствольной древесины ели

Компонент и соответствующая ему площадь пика, %	Диапазон температур, °С				
	40–300	300–350	350–400	400–500	500–600
СО	–	–	–	0,36	1,98
СО ₂	8,68	6,38	6,46	12,19	9,89
Формальдегид	6,59	6,56	3,65	–	–
Метанол	4,98	2,32	–	3,63	–
Фенол и производные	–	1,54	0,99	6,55	–
Креозол	–	0,36	2,75	1,73	–
Бензол и производные	–	–	–	–	1,14
Аммиак	–	–	–	–	0,35
Этилен	–	–	–	–	–
Вода	56,12	13,42	12,93	59,08	85,02
Ванилин	–	0,69	–	–	–
Пропионовая кислота	–	1,33	4,31	–	–
Муравьиная кислота (formic acid)	–	7,42	–	–	–
Уксусная кислота	–	4,66	0,66	–	–
2-Бутанол	–	9,24	11,84	–	–
2-Акролеин, 3-(4-гидрокси-3-метоксифенил)	6,78	0,27	0,15	–	–
4-(1E)-3-Гидрокси-1-пропенил-2-метооксифенол	–	6,09	–	–	–

Таблица 3

Компоненты, выделяющиеся при пиролизе ствольной древесины сосны

Компонент и соответствующая ему площадь пика, %	Диапазон температур, °С				
	40–300	300–350	350–400	400–500	500–600
СО	1,65	0,23	0,34	–	1,76
СО ₂	7,22	6,06	5,56	10,23	16,12
Формальдегид	–	6,52	3,88	–	–
Метанол	–	1,39	2,11	4,06	–
Фенол и производные	0,19	2,04	1,21	10,19	4,28
Креозол	–	0,44	2,98	2,27	–
Бензол и производные	0,24	–	–	0,19	4,51
Аммиак	14,36	–	–	–	2,61
Этилен	–	0,78	–	–	–
Вода	50,40	6,43	–	36,45	64,82
Ванилин	–	0,77	0,1	–	–
Пропионовая кислота	–	3,23	4,3	–	–
Муравьиная кислота	–	0,18	–	–	–
Уксусная кислота	1,87	6,24	0,34	–	–
2-Бутанол	–	8,89	–	–	–
2-Акролеин, 3-(4-гидрокси-3-метоксифенил)	7,84	0,36	0,24	–	–
4-(1E)-3-Гидрокси-1-пропенил-2-метооксифенол	–	7,49	–	–	–

Лигнин – природный ароматический полимер (полифенол), определяющий способность одревесневших клеток сопротивляться изменению формы и размера древесины. Элементы и структура лигнина зависят от породы древесины [2]. Фенол и его производные являются результатом фрагментированного лигнина.

Целлюлоза – природный полимер, полисахарид с длинной цепной молекулой, пучки которых – микрофибриллы – образуют каркас стенки клетки. Гемиллюлозы – также природные полимеры – полисахариды, но с гораздо более короткими цепями. Целлюлоза подвергается гидролизу до глюкозы, и глюкоза быстро распадается до низкомолекулярных компонентов, таких как бензол и его производные, креозол. Целлюлоза и гемиллюлоза – общее название голоцеллюлоза – основной источник окисленных циклических компонентов.

Окисленные низкомолекулярные компоненты – это алканы и алкены, имеющие от двух до пяти атомов углерода, замещающих атом кислорода карбонильной и гидроксильной групп. Атом кислорода способствует образованию первичной смолы во время разложения лигнина и голоцеллюлозы. Хвойный спирт – элементарные частицы лигнина разлагаются до окисленных материалов, таких как пропионовая, муравьиная и уксусная кислоты. Сахариды – элементы голоцеллюлозы – также разлагаются до окисленных материалов, таких как 2-бутанол, 2-ацролеин, 3-гидрокси-1-пропен. Все эти компоненты – производные лигнина и голоцеллюлозы. Низкомолекулярные компоненты образуются из лигнина при высокой температуре, а при низких температурах они образуются из голоцеллюлозы.

Выводы.

Проведен газохроматографический анализ разных видов биотоплива: сосна, ель, пеллеты из ели. Получены полные ионные хроматограммы для данных образцов в диапазоне температур от 300 до 350 °C, выделены основные компоненты газовых смесей биотоплива.

Полученные компоненты разделены на 3 группы: фенолы и его производные, окисленные циклические компоненты, окисленные низкомолекулярные компоненты.

Проведено сравнение хроматограмм и компонентов газовых смесей различных биотоплив.

Литература

1. Любов, В. К. Повышение эффективности энергетического использования биотоплив / В. К. Любов, С. В. Любова. – Архангельск, 2010.
2. Семенов, Ю. П. Лесная биоэнергетика / [Ю. П. Семенов и др.]. – М., 2008.
3. Biello, D. The false promise of biofuels / D. Biello // *Sci Am.* – 2011. – P. 58–65.
4. Ischia, M. Pyrolysis study of sewage sludge by TG–MS and TG–GC–MS coupled analyses / [M. Ischia et al.] // *J Therm Anal Calorim.* – 2007. – P. 567–574.
5. Ishi, H. Biomass gasification and methanol synthesis system / H. Ishi, K. Fukui, K. Takeno // *Proceeding of ICOPE-03.* – 2003.

6. Matsumoto, K. Development of a 2 ton/day test plant for total operation study of woody biomass gasification and liquid fuel synthesis / [K. Matsumoto et al.] // *Proceeding of the 15th Euro biomass conference and exhibition.* – 2007. – P. 1945–1950.

7. Meszaros, E. Thermogravimetry/ mass spectrometry analysis of energy crops / [E. Meszaros et al.] // *J Theem Anal Calorim.* – 2007. – P. 567–574.

8. Milne, T. A. A review of the chemical composition of fast-pyrolysis oils from biomass / [T. A. Milne et al.] // *Bridgewater AV, Boocock DGB, editors. Developments in thermochemical biomass conversion. Vol. 1.* – London, 1997. – P. 409–424.

9. Mohammad, R. Investigation of polymers by a novel analytical approach for evolved gas analysis in thermogravimetry / [R. Mohammad et al.] // *J Therm Anal Calorim.* – 2011. – P. 850–866.

10. Mullens, J. The determination of the gases released during heating of a flame retardant for polymers / [J. Mullens et al.] // *J Therm Anal Calorim.* – 2001. – P. 669–685.

11. Ogi, T. Gasification of woody and herbaceous biomass in a small-scale entrained gasifier: comparison of Japanese cedar and Italian ryegrass / T. Ogi, M. Nakanashi, S. Inoue // *Science in thermal and chemical biomass conversion.* – 2005. – Vol. 1. – P. 620–630.

12. Ogi, T. Effects of woody biomass variety on gasification in an entrained gasifier / [T. Ogi et al.] // *Proceedings of IAWPS2005.* – 2005. – Vol. 2. – P. 257–258.

13. Ogi, T. Gasification of biomass in a small-scale entrained gasifier: gasification of Japanese cedar and Italian ryegrass / T. Ogi, M. Nakanashi, S. Inoue // *Proceeding of the 8th Japan–China symposium on coal and C1 chemistry.* – 2003. – Vol. 1. – P. 227–228.

14. Ogi, T. Gasification of empty fruit bunch and bagasse using an entrained-flow mode reactor / T. Ogi, M. Nakanashi, Y. Fukuda // *J Jpn Inst Energy.* – 2011. – P. 886–894.

15. Ogi, T. Gasification of Japanese cedar (*cryptomeria japonica*) bark in an entrained gasifier / T. Ogi, M. Nakanashi // *Renew Energy.* – 2006. – P. 1050–1054.

16. Ogi, T. Thermogravimetric analysis with gas chromatograph mass spectrometry of Japanese fir wood (*Abies sachalinensis*) in helium with or without steam-oxygen / T. Ogi, M. Nakanashi, Y. Fukuda // *J Therm Anal Calorim.* – 2013. – P. 929–937.

17. Onishi, A. TG-MS characterization of pig bone in an inert atmosphere / [A. Onishi et al.] // *J Therm Anal Calorim.* – 2007. – P. 405–409.

18. Pappa, A. TG-MS analysis for studying the effects of the retardants on the pyrolysis of pine-needled and their components / [A. Pappa et al.] // *J Therm Anal Calorim.* – 2006. – P. 655–661.

19. Pasa, VMD. Wood tar pitch: analysis and conceptual model of its structure / VMD. Pasa, F. Carazza, C. Otani // *Bridgewater AV, Boocock DGB, editors. Developments in thermochemical biomass conversion. Vol. 1.* – London, 1997. – P. 448–61.

20. Rajkumar, T. Thermal degradation studies on PMMA–HET acid based oligoesters blends / [T. Rajkumar et al.] // *J Therm Anal Calorim.* – 2010. – P. 651–660.

21. Renata, M. Braga Characterization and comparative study of pyrolysis kinetics of the rice husk and the elephant grass / [M. Braga Renata et al.] // *J. Thermal Anal. Calorimetry.* – 2013. – №11. – doi 10.1007/s10973-013-3503.

22. Shimasaki, C. Pyrolysis and mass spectra of trimethylsilyl derivatives of monosaccharides / [C. Shimasaki et al.] // *J Therm Anal Calorim.* – 1995. – P. 855–867.

23. URL: http://www.ssi.shimadzu.com/products/literature/Mass_Spec/GCMS-QP2010_Plus_F.pdf.

24. Wehlte, S. The impact of wood preservatives on the flash pyrolysis of biomass / [S. Wehlte et al.] // Bridgwater AV, Boocock DGB, editors. Developments in thermochemical biomass conversion. Vol. 1. – London, 1997. – P. 206–219.

25. Xie, W. Thermal characterization of materials using evolved gas analysis / W. Xie, Wp. Pan // J Therm Anal Calorim. – 2001. – P. 669–685.

УДК 681.3.06

А. Н. Швецов, С. В. Дианов
Вологодский государственный университет

МУЛЬТИАГЕНТНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В статье рассматривается проблема реализации мультиагентного подхода в системах организационного управления (СОУ), имеющих иерархическую структуру. Предложено рассматривать СОУ как совокупность функциональной, организационной и информационной проекций, отображаемых далее в соответствующие множества интеллектуальных агентов и информационных объектов.

Информационная технология, мультиагентные системы, поддержка принятия решений, организационные системы.

The article considers the problem of realization of multi-agent approach in organizational management systems (OMS), having a hierarchical structure. It is offered to consider OMS as the set of functional, organizational and information projections displayed further in the appropriate sets of the intellectual agents and information objects.

Information technology, multi-agent systems, decision support, organizational systems.

Введение.

Вопросы повышения эффективности функционирования систем организационного управления (СОУ) путем создания информационных систем поддержки принятия управленческих решений являются предметом пристального изучения на протяжении довольно длительного периода времени. Большой вклад в развитие данного направления внесли О. И. Ларичев, Б. З. Мильнер, А. В. Петров, М. М. Тихомиров, Э. А. Трахтенгерц, Б. Ф. Фомин [4]–[6], [8]–[10]. Существующие информационные технологии, используемые в СОУ, в соответствии с типом решаемых ими задач можно разделить на две группы: технологии автоматизация рабочих процессов и технологии автоматизации эвристической деятельности. Среди технологий первой группы наиболее используемыми являются Workflow-технологии, реализованные с помощью CASE-средств. К технологиям второй группы относятся экспертные системы и системы поддержки принятия решений (DSS – Decision Support System), которые строятся на базе систем анализа в реальном времени (OLAP – On-line Analytic Processing), информационных хранилищ данных (Data Warehouse) и технологий интеллектуального анализа данных (Data Mining). Однако они не вполне соответствуют существующим потребностям. Системы поддержки рабочих процессов имеют высокую стоимость покупки и настройки, а также не затрагивают наиболее важный момент в работе СОУ – содержательный анализ информации для принятия решений. Технологии поддержки эвристической деятельности имеют большую трудоемкость построения и сопровождения, нацелены на решение узкоспециализированных задач, требуют наличия соответ-

ствующей квалификации у пользователя и значительных затрат времени на работу с системой.

Устранить недостатки существующих технологий и построить систему, обеспечивающую весь цикл принятия управленческого решения, возможно с использованием мультиагентного подхода – стремительно развивающегося в последнее время направления в области создания информационных систем. Ему посвящено множество научных исследований, среди которых можно выделить труды В. И. Горюшко [3], В. Б. Тарасова [8], В. Ф. Хорошевского [2], R. Brooks [15], N. Jennings, M. Wooldridge [17], [18], K. Centarowicz [16]. Мультиагентная технология позволит строить распределенные интеллектуальные системы, что органично ложится в рамки процесса функционирования СОУ, основными звеньями которого являются распределенные по организационной структуре сотрудники, на основании своих интеллектуальных способностей формирующие общие рабочие процессы в СОУ; перераспределять процессы информационной обработки по элементам системы, что ведет к увеличению ее общей производительности; повысить оперативность реагирования СОУ на совершение требуемых действий; значительно сократить вмешательство человека в процесс функционирования системы, что экономит время пользователя и не потребует от него особых навыков работы с ней.

Основная часть.

Постановка задачи. В настоящее время достаточно глубоко проработаны вопросы агентных архитектур, моделей взаимодействия агентов, ментальных составляющих структуры агентов. При этом основной проблемой при практической реализации