

## ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ С ПОМОЩЬЮ СЕТЕЙ ПЕТРИ

доктор технических наук, доцент **А. П. Соколов**<sup>1</sup>

**Е. В. Осипов**<sup>1</sup>

1-ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», г. Петрозаводск, Российская Федерация

Статья посвящена описанию подхода к обоснованию выбора систем машин на заготовке древесины, основанного на имитационном моделировании производственных процессов с помощью сетей Петри. Обосновывается выделение групп лесосек, имеющих относительно схожие условия с точки зрения технологического процесса заготовки древесины. Приведены результаты выполненных полевых исследований, моделирования и совершенствования процессов на примере одной такой типовой лесосеки. Результаты моделирования показали, что в условиях рассмотренной лесосеки средняя производительность форвардера несколько превышает возможную в данных условиях производительность харвестера, что приводит к вынужденным простоям форвардера, которые составляют около 12% времени. Приведено полученное при моделировании распределение простоя форвардера во времени, а также распределение времени его работы по выполняемым операциям. В результате выполненного исследования было рекомендовано заменить форвардер Komatsu 890.3 на более легкий и экономичный форвардер Komatsu 860.4. Моделирование, выполненное после внесения в модель изменений, показало, что в данном случае простой форвардера сокращается с 12 до 8%. Учитывая меньшие расходы на приобретение и обслуживание этого форвардера, а также меньший расход топлива, было определено, что в случае реализации предлагаемого варианта удастся сократить удельные затраты на заготовку одного кубометра древесины с 274,7 руб. до 266,7 руб., т. е. на 3,1%. Таким образом, при решении реальной производственной задачи была доказана эффективность предлагаемого подхода к оценке вариантов комплектования систем машин на заготовке древесины.

**Ключевые слова:** заготовка древесины, системы лесозаготовительных машин, харвестер, форвардер, имитационное моделирование, сети Петри

## SIMULATION OF THE PRODUCTION PROCESS OF TIMBER HARVESTING WITH THE HELP OF PETRI NETS

DSc (Engineering), Associate Professor **A.P. Sokolov**<sup>1</sup>

**E.V. Osipov**<sup>1</sup>

1-FSBEI HE «Petrozavodsk State University», Petrozavodsk, Russian Federation

### Abstract

The article describes the approach to a substantiation of a choice of machines systems for wood harvesting, based on simulation modeling of manufacturing processes using Petri nets. Selection of groups of sites with relatively similar conditions from the point of view of technological process of timber harvesting is justified. The results of performed field investigations, modeling and improvement of processes on the example of one model cutting area are given. Simulation results showed that under the conditions of considered cutting area average productivity of forwarder is slightly higher than possible performance of the harvester under given conditions, which leads to forced outages of forwarder, which account for about 12% of time. When modeling, distribution of forwarder's down time and allocation of its working time on the transaction is given. As a result of performed study it was recommended to replace forwarder Komatsu 890.3 by more light and economical forwarder Komatsu 860.4. Simulation performed after making the model changes, showed that in this case forwarder's down time is reduced from 12% to 8%. Taking into account lower costs of

buying and maintenance of this forwarder, as well as lower fuel consumption, it was determined that in the case of proposed option, it will possible to reduce the specific costs for procurement of one cubic meter of wood 274.7 to 266.7 RUB, i.e. by 3.1%. Thus, in solution of real industrial problem, the effectiveness of the proposed approach to the assessment of options for the acquisition of systems of machines for wood harvesting has been proven.

**Keywords:** harvesting, systems of harvesting machine, harvester, forwarder, simulation, Petri nets

### Введение

Одной из важных задач, стоящих перед лесозаготовительными компаниями, является задача рациональной организации производственных процессов предприятия. Одним из аспектов, определяющих успешность решения этой задачи, является правильный выбор применяемых машин и оборудования [5, 10]. На выбор машин влияет целый ряд разнообразных факторов. Во-первых, это природно-производственные условия, в которых работает данное конкретное предприятие: преобладающие характеристики древостоев, почвенно-грунтовые условия, густота дорожной сети и др. Во-вторых, это производственно-технические характеристики оборудования: производительность, экономичность, экологичность, эргономичность и т. д [1, 6, 9]. Кроме того, следует учитывать эффективность работы нескольких машин разного назначения внутри комплекса: согласованность по производительности, по выполняемым функциям и т. п [3].

Таким образом принять действительно обоснованное и эффективное решение можно, только при условии одновременного учета влияния многочисленных факторов и условий. Одним из подходов, которые позволяют решать подобные задачи, является имитационное моделирование производственных процессов [4, 7, 8].

В настоящей статье предлагается использовать специально разработанные имитационные модели для обоснования решений по комплектации лесозаготовительных комплексов, работающих по сортиментной технологии и состоящих из двух машин: харвестера и форвардера.

### Методы и средства

Для решения поставленной задачи был применен метод дискретно-событийного имитационного моделирования на сетях Петри [2, 4]. Классическая сеть Петри представляет собой двудольный ориентированный мультиграф, вершинами которого являются позиции и переходы. В имитационном

моделировании используются маркированные сети Петри, позиции которых могут содержать т. н. метки или маркеры. Маркеры могут перемещаться из одних позиций в другие при срабатывании переходов сети Петри. Переходы срабатывают либо мгновенно, либо задается задержка срабатывания в детерминированном виде или с помощью генератора случайных чисел, распределенных в соответствии с заданным законом распределения. Таким образом моделируется протекание рассматриваемых процессов во времени.

Разработанная модель содержит в себе два цикла: цикл работы харвестера и цикл работы форвардера. Цикл работы харвестера включает операции по наведению рабочего органа на дерево, срезае и валку, перемещение к волоку, обрезку сучьев, раскряжевку и перемещение к следующему дереву.

Цикл работы форвардера включает порожнее движение с погрузочной площадки к месту погрузки, погрузку, грузовое движение и разгрузку.

Исходными данными для работы модели служат результаты хронометрирования и последующей оценки производительности работы машин на конкретных исследуемых лесосеках. При этом выбираются лесосеки с наиболее характерными условиями для рассматриваемого предприятия. Принимая во внимание тот факт, что различия в условиях на лесосеках лесозаготовительного предприятия могут серьезно отличаться, предлагается выделить несколько групп лесосек с относительно похожими условиями и провести имитационное моделирование для типовых лесосек внутри каждой группы.

В настоящей статье будет описано применение предлагаемого подхода на примере одной типовой лесосеки.

### Исходные данные

Рассматриваемая лесосека имеет четкую прямоугольную форму (рис. 1). Лесовозный ус, на

котором находится погрузочная площадка, разрезает лесосеку вдоль на две равные части. Рельеф равнинный, не имеет ярко выраженных особенностей в виде холмов, склонов, оврагов, скал и прочего. Расстояние волоков от дороги до границы лесосеки составляет двести метров. Подрост отсутствует. Полевые исследования проводились в зимний период, грунт в промерзшем состоянии, покрытый большим количеством снега, поэтому его состояние никак не сказывается на процессе заготовки и трелевки. Средний объем хлыста составляет  $0,39 \text{ м}^3$ , общий запас ликвидной древесины –  $8100 \text{ м}^3$ , расстояние трелевки – 0-200 м.



Рис. 1. Схема лесосеки

На лесосеке работал комплекс машин в составе харвестера Komatsu 931 и форвардера Komatsu 890.3. Результаты хронометражных исследований на данной лесосеке показали следующее. Средняя производительность харвестера составила 317 кубических метров в смену. Средняя производительность форвардера - 18,3 рейса в смену. Средний объем древесины, вывозимой за один рейс форвардера, составил  $17,4 \text{ м}^3$ . Средний объем древесины, заготовленной на одном волоке, равняется  $200 \text{ м}^3$ . Общее число волоков – 41.

Результаты хронометража в разрезе отдельных операций, выполняемых форвардером, приведены в таблице 1.

Учитывая средний объем, заготавливаемый на одном волоке, было определено, что форвардеру необходимо 12 рейсов, чтобы полностью трелевку на одном волоке. Причем каждый последующий рейс из этих 12 будет занимать

больше времени, т. к. будет постепенно увеличиваться расстояние трелевки. Данный факт был учтен в созданной имитационной модели.

### Результаты

Для имитационного моделирования рассматриваемого производственного процесса в среде пакета программ HPSim была построена маркированная сеть Петри (рис. 2).

В данной модели позиция P0 задает общий запас ликвидной древесины на лесосеке –  $8100 \text{ м}^3$ . Следует учитывать, что для начала работы форвардера, харвестер должен создать определенный запас сортиментов на волоке, поэтому мы помещаем часть запаса, равную объему, вывозимому форвардером за один рейс, в позицию P2. Позиция P2, в свою очередь, будет показателем запаса нестрелеванной древесины на лесосеке.

Таблица 1

Результаты хронометража процесса трелевки

Время погрузки		Время движения с грузом		Время разгрузки		Время движения без груза	
мин. сек.	мин.	мин. сек.	мин.	мин. сек.	мин.	мин. сек.	мин.
18:04	18,07	0:10	0,16	6:19	6,32	0:34	0,57
17:06	17,1	0:43	0,72	6:53	6,89	1:01	1,02
19:48	19,8	2:01	2,02	6:36	6,61	1:30	1,5
14:01	14,02	1:23	1,38	7:24	7,4	1:12	1,2
16:25	16,42	1:17	1,28	7:41	7,68	0:45	0,75
17:08	17,13	1:56	1,93	9:13	9,22	0:41	0,68
18:17	18,28	1:44	1,73	8:46	8,77	0:22	0,37
18:36	18,6	2:43	2,72	6:17	6,28	1:21	1,35
18:31	18,52	0:23	0,38	6:56	6,93	0:15	0,25
19:21	19,35	0:59	0,98	9:54	9,9	0:49	0,82
19:07	19,12	0:55	0,92	8:01	8,01	0:59	0,98
17:24	17,4	2:17	2,28	9:59	9,98	1:03	1,05
19:40	19,7	2:33	2,55	7:42	7,7	1:15	1,25
19:01	19,02	2:01	2,02	8:27	8,45	1:24	1,4
18:04	18,07	0:29	0,48	8:38	8,63	1:17	1,28
17:41	17,68	1:50	1,83	7:20	7,33	0:48	0,8
17:31	17,52	1:13	1,23	6:13	6,21	0:39	0,65
Средние значения							
17:59	17,99	1:27	1,45	7:47	7,78	0:56	0,93
Среднее квадратичное отклонение							
1,41		0,77		1,22		0,37	

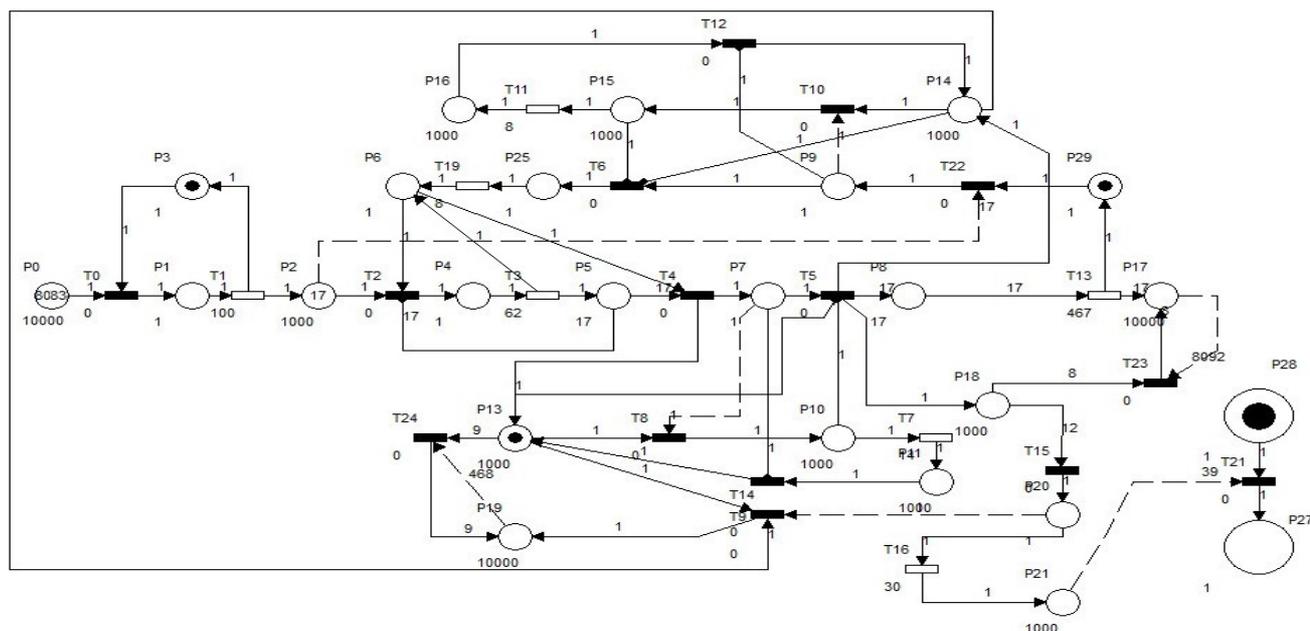


Рис. 2. Сеть Петри

Маркеры из позиции P1 будут перемещаться в позицию P2 через переход T1 с периодичностью 114 сек., тем самым моделируется время, затраченное на заготовку одного кубического метра древесины. Позиция P3 обозначает харвестер.

Позиция P6 указывает наличие форвардера на волоке лесосеки. Наличие маркера в позиции P4 показывает процесс загрузки форвардером одного кубического метра древесины. Маркеры из позиции P4 переходят в позицию P5, которая является показателем текущей загрузки форвардера. Переход T3 между позициями P4 и P5 создает задержку времени равную 62 сек., необходимую на загрузку одного кубического метра. Таким образом, при достижении 17 маркеров в позиции P5, они уходят в переход T4, а в позицию P7 из перехода T4 выходит один маркер.

Позиция P7 показывает движение загруженной машины к месту разгрузки. Переход T4 служит для перевода кубических метров древесины, загруженной в форвардер, в количество вывозимых машин. Это необходимо для перехода маркера во вспомогательные позиции. Так позиции P10, P11, P13, P19 и переходы T7, T8, T9 и T14 представляют собой механизм, создающий прирост времени равный 15 сек., возникающий при вывозке леса с каждого следующего участка волока. Таким образом задержка перемещения маркера из позиции P7 в

позицию P8, через переход T5 с каждым следующим рейсом будет увеличиваться на 14 секунд, до тех пор, пока не закончится волок, т.е. не будет убран последний одиннадцатый участок волока – вывезен одиннадцатый рейс с волока.

Так позиция P13 является показателем количества рейсов, вывезенных с убираемого в настоящий момент волока. На данной лесосеке это значение не превышает одиннадцати. При достижении емкости позиции равной одиннадцати маркеры из позиции P13 переходят в позицию P19 через переход T14 и там накапливаются. Таким образом позиция P19 также может служить счетчиком убранных форвардером участков волоков или количеством вывезенных рейсов на протяжении всего времени работы на лесосеке.

Позиция P8 моделирует разгрузку форвардера, а переход T13 определяет время разгрузки, которое составляет 467 сек. Общее количество вывезенной древесины регистрирует счетчик – позиция P17. Также позицию P17 можно считать счетчиком древесины на погрузочной площадке для лесовозов; объем выражен в кубических метрах.

В дальнейшем, после разгрузки маркер переходит в позицию P29, а из позиции P29 в позицию P9, но при условии, что в позиции P2 будет не меньше семнадцати маркеров. Т.е. незагруженный форвардер начинает движение к месту загрузки

только в том случае, если запас нестрелеванной древесины на волоке не меньше объема, который форвардер вывозит за один рейс. Таким образом позиция Р29 служит индикатором простоя форвардера.

При накоплении в позиции Р2 количества маркеров не менее семнадцати, срабатывает переход Т22, и маркер перемещается в позицию Р9 и Р25, которые обозначают движение незагруженного форвардера к месту загрузки. Позиции Р14, Р15, Р16 и переходы Т10, Т11, Т12 представляют собой механизм, увеличивающий интервал времени для движения к каждому последующему участку загрузки.

Следующим шагом модель передает маркер в позицию Р6 через переход Т9. Таким образом данный цикл работы форвардера завершается и начинается следующий цикл.

Позиции Р27, Р28 и переход Т21 служат индикатором окончания работ на лесосеке, т.е. при переходе всех маркеров из позиции Р0 в позицию Р17 срабатывает переход Т21 и маркер передается из позиции Р27 в позицию Р28, что свидетельствует об окончании работы модели.

Позиции Р31-Р34 являются счетчиком времени показывающим, количество дней, смен, часов и минут, затраченных на весь процесс харвестером. Аналогичным счетчиком времени работы форвардера служат позиции Р36-Р39.

Ввиду относительно небольшой длины волоков на лесосеке, время движения харвестера к началу следующего волока, после окончания предыдущего не превышает двух минут, и, исходя из объема древесины, заготавливаемого на одном волоке и средней производительности харвестера в смену, количество поездок за одну смену не может превышать двух. Следовательно, временем поезда харвестера к началу следующего волока можно пренебречь в условиях данной модели.

При выполнении данной сети Петри были получены следующие основные результаты. Время выполнения всего процесса составило 257,5 часов. При этом загрузка машин была не одинаковой (см. табл. 2).

Таблица 2

Загрузка машин

Ресурс	Время работы (ч)	Время простоя (ч)	Доля времени работы, %
Харвестер	257	0,5	99,8%
Форвардер	227,2	30,3	88%

Результаты моделирования показали, что в условиях данной лесосеки средняя производительность форвардера несколько превышает возможную в данных условиях производительность харвестера, что приводит к вынужденным простоям форвардера, которые составляют около 12 % времени. Т. к. форвардер имеет запас производительности, избыточного запаса готовой продукции на волоках не накапливается (рис. 3).

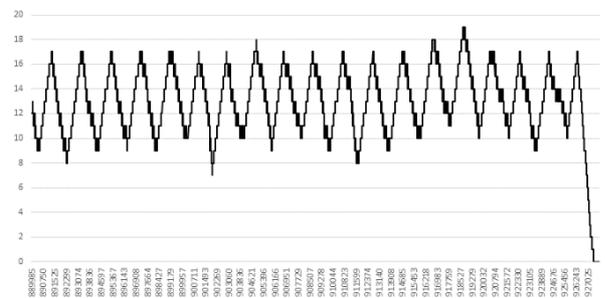


Рис. 3. Изменение объема заготовленной древесины на волоках (в последней стадии процесса заготовки)

Распределение промежутков работы и простоя форвардера во времени показано на рис. 4, распределение времени по операциям – на рис. 5.

Таким образом, в результате имитационного моделирования было выявлено сравнительно неэффективное использование одной из машин.



Рис. 4. Распределение промежутков работы и простоя форвардера во времени (две последние смены): белый сектор – работа; черный сектор – простой



Рис. 5. Распределение времени работы форвардера по операциям

Преимущество предлагаемого подхода заключается в том, что разработанная модель позволяет оценить различные варианты организации работ для последующего выбора более эффективного из них.

Лесозаготовительное предприятие, на базе которого осуществлялись полевые исследования, имеет в своем парке форвардеры Komatsu различных типоразмеров. Полученные результаты позволяют предположить, что эффективность процесса может быть увеличена при использовании более легкого форвардера.

Для проверки этого предположения в модель были внесены изменения,

которые соответствуют замене форвардера Komatsu 890.3 на более легкий и экономичный форвардер Komatsu 860.4.

Выполненное моделирование показало, что в данном случае доля времени работы форвардера увеличивается с 88 до 92%. Учитывая меньшие расходы на приобретение и обслуживание этого форвардера, а также меньший расход топлива, было определено, что в случае реализации предлагаемого варианта удастся сократить удельные затраты на заготовку одного кубометра древесины с 274,7 руб. до 266,7 руб., т. е. на 3,1%.

**Выводы.** Таким образом, при решении реальной производственной задачи была доказана эффективность предлагаемого подхода к оценке вариантов комплектования систем машин на заготовке древесины. Построенная модель является универсальной и может применяться для целого спектра природно-производственных условий, а также при рассмотрении лесозаготовительных машин различных классов и типоразмеров.

Сформулированные по результатам моделирования практические рекомендации могут быть внедрены на рассматриваемом предприятии, что должно повысить эффективность процесса лесозаготовок в заданных условиях.

### Библиографический список

1. Gerasimov, Y. Development trends and future prospects of cut-to-length machinery [Text] / Y. Gerasimov, A. Sokolov, V. Syunev // *Advanced Materials Research*. – 2013. – V. 705. – P. 468-473.
2. Jensen, K. Coloured Petri Nets and CPN Tools for Modelling and Validation of Concurrent Systems [Text] / K. Jensen, L.M. Kristensen, L. Wells. // *International Journal on Software Tools for Technology Transfer*. - 2007. - Volume 9, Issue 3-4. - P. 213-254.
3. Shegelman, I. Optimization of a forest harvesting set based on the Queueing Theory: Case study from Karelia [Text] / I. Shegelman, P. Budnik, E. Morozov // *Lesn. Cas. For. J.* – 2015. – No. 61. – P. 211-220.
4. Гурьев А. Т. Основы моделирования работы комплексов лесосечных машин [Текст] / А. Т. Гурьев, А. А. Блок // *Известия высших учебных заведений. Лесной журнал*. - 2004. - № 3. - С. 116-125.
5. Куницкая, О. А. Актуальные проблемы лесозаготовительного производства в России на рубеже 2015 года [Текст] / О. А. Куницкая // *Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика*. – 2014. – Т. 2. – № 5-4 (10-4). – С. 183-186.
6. Макуев, В. А. Формирование парка лесосечных машин для лесозаготовительного предприятия [Текст]: моногр. / В. А. Макуев. – М., 2004. – 184 с.
7. Маммотов В. О. Методика формирования системы лесозаготовительных машин [Текст] / В. О. Маммотов, А. П. Мохирев // *Лесотехнический журнал*. – 2017. – Т.1, №1. – С. 111-117.

8. Суханов Ю. В. Имитационное моделирование операций трелевки форвардером: алгоритмы и реализация [Текст] / Ю. В. Суханов, А. А. Селиверстов, А. П. Соколов, С. Н. Перский // Resources and Technology. - 2012. - Т.9, № 1. - С. 58-61.

9. Сушков С. И. Разработка основ теории управления и принятия решений на предприятиях лесопромышленного комплекса [Текст] / С. И. Сушков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. - 2012. - № 75. - С. 296-307.

10. Шегельман, И. Р. Анализ показателей работы и оценка эффективности лесозаготовительных машин в различных природно-производственных условиях [Текст] / И. Р. Шегельман, В. И. Скрыпник, А. В. Кузнецов // Ученые записки ПетрГУ. - 2010. - № 4. - С. 66-75.

### References

1. Gerasimov Y., Sokolov A., Syuneyev V. Development trends and future prospects of cut-to-length machinery - Advanced Materials Research. 2013, Vol. 705, pp.468-473. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.705.468

2. Jensen K., Kristensen L.M., Wells L. Coloured Petri Nets and CPN Tools for Modelling and Validation of Concurrent Systems - International Journal on Software Tools for Technology Transfer. 2007. Volume 9, Issue 3-4., pp. 213-254.

3. Shegelman I., Budnik P., Morozov E. Optimization of a forest harvesting set based on the Queueing Theory: Case study from Karelia. Lesn. Cas. For. J., 2015, 61, pp. 211-220.

4. Guriev A. T., Blok A. A. *Osnovy modelirovaniya raboty kompleksov lesosechnykh mashin* [Fundamentals of modeling the operation of wood harvesting machines]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeny. Lesnoy zhurnal*. [Bulletin of higher educational institutions. Lesnoy zhurnal]. 2004, no 3, pp. 116-125 (In Russian).

5. Kunickaja O.A. *Aktual'nye problem lesozagotovitel'nogo proizvodstva v Rossii na rubezhe 2015 goda* [Actual problems of timber production in Russia at the turn of 2015]. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teorija i praktika* [Current research trends of the XXI century: Theory and Practice]. 2014, Vol. 2, no. 5-4 (10-4), pp. 183-186. (In Russian). doi: 10.12737/7092

6. Makuev, V.A. *Formirovanie parka lesosechnykh mashin dlya lesozagotovitel'nogo predpriyatiya* [The formation of the Park, logging machinery for logging companies]. Moscow, 2004, 184 p (In Russian).

7. Mammotov V. O., Mokhiev A. P. *Metodika formirovaniya sistemy lesozagotovitelnykh mashin* [A method for wood harvesting machines set composition]. *Lesotekhnicheskyy zhurnal* [Forestry Engineering Journal]. 2017, vol. 1, no. 1, pp. 111-117 (In Russian).

8. Sukhanov Yu. V., Seliverstov A. A., Sokolov A. P., Persky S. N. *Imitatsionnoe modelirovanie operatsiy trelevki forvarderom: algoritmy realizatsiya* [Simulation modeling of forwarding operations: algorithms and implementation]. Resources and Technology, 2012, Vol. 9, no 1, pp. 58-61 (In Russian).

9. Sushkov S. I. *Razrabotka osnov teorii upravleniya ipriyatya resheniy na predpriyatiyah lesopromyshlennogo kompleksa* [Development of the foundations of the theory of management and decision-making at the enterprises of the forest complex]. *Politematicheskyy setevoy elektronny nauchny zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University]. 2012, no 75, pp. 296-307 (In Russian).

10. Shegel'man I.R., Skrypnik V.I., Kuznetsov A.V. *Analiz pokazateley raboty I otsenka effektivnosti lesozagotovitel'nykh mashin v razlichnykh prirodno-proizvodstvennykh usloviyakh* [The performance analysis and evaluation of the effectiveness of forest machines in different natural production conditions] *Uchenye zapiski PetrGU* [PetrGU's scientific notes]. 2010, no. 4, pp. 66-75 (In Russian).

## Сведения об авторах

*Соколов Антон Павлович* – профессор кафедры транспортных и технологических машин и оборудования ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», доктор технических наук, доцент, г. Петрозаводск, Российская Федерация; e-mail: a\_sokolov@psu.karelia.ru.

*Осипов Евгений Вадимович* – студент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет», доктор технических наук, доцент, г. Петрозаводск, Российская Федерация; e-mail: jekispank@mail.ru.

## Information about authors

*Sokolov Anton Pavlovich* – Professor of Department of transporting and technology machinery and equipment, Petrozavodsk State University, DSc in Engineering, Associate Professor, Petrozavodsk, Russian Federation; e-mail: a\_sokolov@psu.karelia.ru.

*Osipov Evgeny Vadimovich* – student of Department of transporting and technology machinery and equipment, Petrozavodsk State University, DSc in Engineering, Associate Professor, Petrozavodsk, Russian Federation; e-mail: jekispank@mail.ru.

DOI: 10.12737/article\_59c212b20449c4.83134014

УДК 338.242; 330.341.2

### **КЛАСТЕРНЫЙ МЕХАНИЗМ КАК ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ТРАНСФОРМАЦИИ ЭКОНОМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ЛЕСНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)<sup>5</sup>**

кандидат экономических наук, доцент **Е.Н. Стариков**<sup>1</sup>

кандидат экономических наук, доцент **Н.К. Прядилина**<sup>1</sup>

кандидат экономических наук, доцент **Л.А. Раменская**<sup>1</sup>

кандидат экономических наук, **Н.А. Вукович**<sup>1</sup>

1-ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», Екатеринбург,  
Российская Федерация

В современных условиях хозяйствования требуется поиск нового инструментария государственной промышленной политики. Мировой и отечественный опыт, а также теоретические исследования подтверждают, что применение кластерного подхода к стимулированию развития интегрированных экономических систем способствует повышению конкурентоспособности отраслей, регионов и страны в целом. Целью данного исследования является анализ концептуальных основ создания кластера в лесном секторе экономики Свердловской области, учитывающего как существенные черты экономико-технологической реальности, так и современное состояние государственной кластерной политики. Анализ нормативно-правовой базы позволил выявить формы

---

<sup>5</sup> Статья подготовлена в соответствии с планом НИР ИЭ УрО РАН "Методология исследования структурных изменений отраслевых рынков в условиях трансформации механизмов управления государственными ресурсами" № 0404-2015-0015 в ИСГЗ ФАНО. Работа ведется также на основании задания на выполнение госзаказа в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации Уральский государственный лесотехнический университет (тема № 26.8660.2017/8.9 «Методология исследований форм экономико-технологической реальности в аспекте устойчивого управления лесопользованием»)