

УДК 582.47: 630*165: 630*5 (470.53)

ФАНТОМЫ ТЕОРИЙ РУБОК УХОДА

PHANTOMS OF THEORIES OF THINNING FORESTS

©Рогозин М. В.

SPIN-код: 3259-3065

д-р биол. наук

Пермский государственный национальный исследовательский университет
г. Пермь, Россия, rog-mikhail@yandex.ru

©Rogozin M.

Dr. habil., Perm State University

Perm, Russia, rog-mikhail@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрены давно используемые в лесоводстве постулаты повышения продуктивности насаждений: а) площадь питания дерева должна быть оптимальной; б) деревья должны размещаться равномерно. Постулаты сформировали теории о необходимости рубок ухода, таких как прореживания и проходные рубки, которые должны были повышать продуктивность древостоев. Однако С. Н. Сеннов впервые доказал, что это не так, а далее и теории этих рубок ухода оказались фантомами. Причина оказалась вначале в незнании, а далее в пренебрежении к действию двух законов: рангового закона роста деревьев Е. Л. Маслакова и основной закономерности морфогенеза древостоев Г. С. Разина. Последний закон выделяет восходящую линию (увеличение прироста, прогресс) и нисходящий тренд (падение прироста, регресс). Их наличие влечет за собой разные подходы к управлению древостоем: активное вмешательство в фазе прогресса и пассивное – в фазе регресса. Приведены 13 положений старой и новой парадигмы лесоводства о развитии простых древостоев. Из новой парадигмы возникают и новые принципы рубок ухода: высокая интенсивность в молодняках и удаление только отставших в росте деревьев в среднем и приспевающем возрасте.

Abstract. Considered long used by practice postulates: a) the tree feeding area should be optimal; b) trees should be placed evenly. The postulates formed theories that justify the need for thinning, such as thinning, which were supposed to increase the productivity of forests. However, S. N. Sennov first proved that this is not the case, and furthermore the theories of these thinning cuttings turned out to be phantoms. The reason was in ignorance and neglect of the action of two laws: the rank growth law of trees E. L. Maslakov and the main regularity of the morphogenesis of forest stands G. S. Razin. The latter law distinguishes an upward line (increase in growth, progress) and a downward trend (a fall in growth, a regression). Their presence entails different approaches to the management of the stand: active intervention in the phase of progress and passive in the phase of regression. 13 provisions of the old and new forestry paradigm are presented on the development of simple stands. From the new paradigm, new principles of thinning are also emerging: high intensity in young growth and harvesting only of stagnant trees in the middle and ripening age.

Ключевые слова: лесные насаждения, рубки ухода, постулаты, площадь питания, законы развития древостоев, парадигма лесоводства.

Keywords: forest plantations, felling care, postulates, feeding area, laws of development, forestry paradigm.

Действующие Правила ухода за лесами (1) далеки от совершенства, поэтому Рослесхозом принято решение по их доработке. Уже высказан по ним целый ряд принципиальных замечаний [1]. Остановимся на их технологии и ее обосновании.

Каждый лесовод в работе придерживается определенной системы взглядов или так называемых *идеологем*, которые имеют вполне определенный образ в виде неких абстрактных закономерностей. Идеологемы существуют и как целеполагания, освященные традицией, иногда очень давней [2], бывают утверждены законодательно в виде набора правил (1) и лесоводы–практики, следуя им, искренне считают, что если эти правила выполнять, то и с насаждением все *должно* быть в порядке.

Первая из таких идеологем — это убежденность в том, что с достижением высокой полноты и сомкнутости древостои нуждаются в разреживаниях. Она зародилась на заре лесоводства, хотя долгое время сторонники закона естественного изреживания были убеждены, что состоящие из одной породы леса в них не нуждаются. Закон изреживания настолько очевиден, что о нем даже не вспоминают, и при обосновании теории ухода за лесом сразу переходят к классификации деревьев. Наиболее популярна классификация Крафта, известная уже более 100 лет, и на нее ссылаются почти все учебники [3–7].

Материал и методика

В качестве материала исследований использованы действующие в практике лесного хозяйства Правила ухода за лесом (1), учебники лесоводства, исследования некоторых авторов, а также материалы собственных исследований. Методика исследования заключалась в логическом анализе основных положений, правил ухода, результатов по их проверке и законов развития одновозрастных древостоев, изложенных в ряде работ, определяющих парадигму лесоводства и принципы ухода за лесом.

Результаты и их обсуждение

В Правилах ухода за лесом (1), утвержденных МПР РФ в 2007 г. (далее «Правила ...») применено простое разделение деревьев на три категории: I — лучшие, II — вспомогательные, III — нежелательные.

Далее в нормативах Правил все просто, и для чистых лесных насаждений дается некий универсальный рецепт: при полноте 0,8 и более, вплоть до приспевающего возраста, в них назначают рубки ухода в виде прочисток, прореживаний и проходных рубок. Затем оговаривается набор технических параметров разработки лесосеки, где разрешается занять под волока до 15% площади. При этом и в 1980-е годы, когда этот параметр был принят, и сейчас возникает вопрос о *биологическом* обосновании этого параметра. Нам оно неизвестно. В самом деле, реализовать цели ухода (повышение продуктивности и увеличение размера пользования) можно только в том случае, если в результате ухода будет восполнена убыль 15% деревьев, вырубаемых на технологических коридорах, и убыль еще 2% деревьев на погрузочных пунктах. Для этого у оставшихся 83% деревьев прирост должен быть повышен не менее чем на 20%. Однако таких целей в Правилах нет, значит, цели ухода остаются просто декларацией, а параметры рубок обосновываются чисто техническими удобствами.

Отметим, что результаты по длительной проверке достижения целей такими рубками ухода в средневозрастных древостоях в течение 60 лет представил 30 лет назад только С. Н. Сеннов [8, 9], затем подтвердил их в своем учебнике [7], и данные эти показывают недостижимость заявленных целей, несмотря на то, что в опытных рубках площадь волоков была намного меньше.

Вернемся, однако, к общей площади волоков, которая не должна превышать 15% площади лесосеки и еще 2% территории, приходящейся на пункты погрузки древесины.

Получается, что для технологического удобства можно (и даже следует) вырубить до 17% здоровых деревьев насаждения. Это допустимый максимум и лесозаготовители его только приветствуют. Однако совершенно не приемлют лесоводы. В Правилах говорится о том, что выборка нежелательных деревьев в пасаках должна составлять не менее 5% запаса древесины. Т. е. получается, что для уборки 5% «плохих» деревьев нужны волока и погрузочные пункты, на которых следует удалить ни в чем не повинные 17% (!) всех деревьев насаждения, что в три раза больше, и этот лес совершенно здоровый. В итоге получаем интенсивность рубки в 23% запаса на выделе. Как раз близкая величина (15–25% для ельников и до 20–30% для сосняков) и указана в нормативах прореживаний и проходных рубок для чистых насаждений. Поистине, это лакомый кусок для тех, кто разобрался в технологии рубок ухода, и жаждет древесины, а не повышения продуктивности наших лесов.

Однако дело не только в площади волоков. Речь идет о наличии адекватной теории рубок ухода (теории прореживаний) в чистых насаждениях и ее проверке практикой. Теория эта имеет почти незыблемые постулаты, в частности, оптимизацию площади питания деревьев (оптимизацию густоты) и стремление к более равномерному размещению деревьев, которые *должны приводить* к увеличению их прироста и, следовательно, к увеличению продуктивности всего древостоя, причем в любом возрасте вплоть до спелости. Эти постулаты казались настолько очевидными, что у лесоводов не возникало даже мысли проверить их истинность. Однако это оказалось не так и постулаты не были верифицированы в средневозрастных древостоях, которые исследовал С. Н. Сеннов [8, 9], и где проводят столь прибыльные прореживания и проходные рубки, ныне стыдливо называемые «коммерческими рубками ухода» [10].

Между тем, за истекшее столетие был установлен ряд новых законов и закономерностей в развитии древостоев, которые пока не нашли отражения в учебниках и в готовящейся новой редакции Правил. Причины их игнорирования лежат в некоторой обособленности лесоводства от других лесных наук. К настоящему времени известны три закона, описывающие развитие лесных насаждений: *закон естественного изреживания*, впервые названный законом М. М. Орловым в 1920-е годы, и на котором основано деление деревьев на три категории при назначении деревьев в рубку, затем *ранговый закон роста деревьев* Е. Л. Маслакова [11] и *основная закономерность морфогенеза древостоев* Г. С. Разина [12], статус которой далее был повышен до ранга закона [13].

Первый закон общепризнан. Но поразительна судьба двух других. За истекшие 35 лет они так и не вошли в учебники, и причины небрежения к ним глубоко символичны. Во-первых, даже крупные ученые часто не учитывают новые достижения в близких науках. Во-вторых, и это главное, новые законы буквально выбивают почву из-под ног у адептов «коммерческих» рубок ухода, лишая их упомянутого постулата о том, что увеличение площади питания дерева *должно приводить* к увеличению его прироста *в любом* возрасте.

Так, из общего закона развития одноярусных древостоев Г. С. Разина [12] следует, что древостой лишь один раз достигает максимума текущего прироста. Это было известно, в общем, давно, и в типичных условиях у хвойных пород максимум прироста наступает в среднем в 40–45 лет. Но именно Г. С. Разин впервые на моделях хода роста доказал, что этот максимум подвижен: в изначально густых ельниках он наступает уже в 25 лет, тогда как в редких он отодвинут к 40–45 годам.

У древостоя, как у целого, есть свойства, которых нет у его частей — деревьев. Это биомасса листьев, суммарный объем крон, их сомкнутость и, как результат их работы, прирост древесины. Поэтому если оценивать *развитие* насаждения, то в нем выделяется восходящая линия (увеличение прироста, прогресс) и нисходящий тренд (падение прироста, регресс). Наличие фазы прогресса и регресса влечет за собой совершенно разные подходы к *управлению* древостоем: активное вмешательство в фазе прогресса и пассивное — в фазе регресса. Отсюда неизбежно возникают и новые принципы для рубок ухода: их высокая интенсивность в молодняках и низкая, с уборкой только отставших в росте деревьев в

среднем и приспевающем возрасте [14]. На заре лесоводства эти принципы выполняли интуитивно и в древостоях вырубали большей частью тонкомер. Однако Правила ухода за лесом (1), и их новый проект никак не выделяют эти фазы — там вообще нет понятий прогресса и регресса, и уход назначают при полноте 0,8 в любом возрасте. Этот универсальный рецепт приводит к тому, что прокладка технологических коридоров, занимающих до 15% общей площади, нарушает ветровую устойчивость ценоза и спустя какое-то время, иногда уже через 5–10 лет, он вырубается санитарными рубками целиком. Поэтому и проверить (верифицировать) эти Правила никак не получается — древостои после столь интенсивных рубок просто разрушаются, и их срочно вырубает, чему есть множество примеров. И последствия таких рубок видны на космоснимках очень хорошо в виде множества регулярных и широких просек.

Отметим также особо, что в развитии древостоев сейчас уже найдены биологические константы — суммарный объем крон в возрасте 45–110 лет в редких по начальной густоте моделях хода роста ельников. На их основе как раз и был открыт закон развития древостоев Г. С. Разина, из которого вытекает множество следствий, в том числе выращивание леса на основе универсальной формулы оптимальной густоты [13, с. 211].

Рассматривая современное состояние лесоведения, нам удалось, насколько это было возможно по отечественным источникам, интегрировать новые знания лесных наук и сформулировать новую парадигму лесоводства [14]. Ее основные отличия отражены в предлагаемой таблице, где положения законов Е. Л. Маслакова и Г. С. Разина приведены в пунктах 4 и 8–13 (Таблица 1).

Предложенный перечень новых утверждений и, по сути, новые идеологемы выращивания леса превращают старые постулаты лесоводства, о которых шла речь в самом начале, в некие фантомы, мешающие пониманию сути происходящих процессов. Новые положения парадигмы меняют методы решения множества задач лесоводства. Отметим главные. Если обнаружены константы и предельные показатели в развитии древостоев и их причины, то моделирование находит свою точку отсчета, свой «опорный экспериментальный факт» [15, с. 4]. После их нахождения *лесоводство становится точной наукой*, где текущее состояние насаждения можно оценивать с помощью аналоговых моделей и рассчитывать оптимальную траекторию его развития с помощью формул.

Аэрокосмические методы позволяют ныне быстро и объективно проверить эффекты от реализации теорий старой парадигмы лесоводства, например, через мониторинг 15–20-летних последствий прореживаний и проходных рубок. Т. е. можно проверить давно декларируемый постулат о том, что увеличение площади питания у лучших, а также вспомогательных деревьев *должно приводить* к увеличению их прироста и прироста всего древостоя. Вопрос только в том и состоит, *захотят ли* сторонники коммерческих рубок ухода сделать это. Более чем понятно, что они найдут кажущиеся убедительными причины отказа от такой проверки.

Если же рассматривать лесоводственное обоснование ширины волоков, то нужен минимум. Поэтому его ширину предлагается нормировать шириной полосы движения автотранспорта, равной 3,0 м при однополосном движении (2). Устройство обочин на технологических коридорах–волоках не предусмотрено, поэтому такая их ширина будет достаточна для движения тракторов в одном направлении.

О достаточности волока шириной 3,0 м говорится совершенно четко и в проекте Правил, обсуждавшемся в 2016 г: «При ширине междурядий лесных культур менее 3 метров ... волокни закладываются поперек рядов лесных культур». Из этого следует, что при расстоянии 3,0 м между рядами культур ширина такого коридора вполне достаточна для передвижения лесной техники. Более того, она может быть даже меньше, так как просвет между деревьями будет меньше расстояния между центрами рядов на величину среднего диаметра деревьев, т. е. она будет примерно 2,8 м.

Таблица 1.

ПОЛОЖЕНИЯ СТАРОЙ И НОВОЙ ПАРАДИГМЫ ЛЕСОВОДСТВА
 О РАЗВИТИИ ПРОСТЫХ ДРЕВОСТОЕВ В ОПТИМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ (ПО [14])

№	Старая парадигма	Новая парадигма
1.	Естественное изреживание (регуляция густоты) закономерное и своевременное	Естественное изреживание запаздывает и древостой теряет производительность
2.	Высота древостоев мало зависит от их густоты. Ход роста (развитие) древостоя зависит от класса бонитета	Высота древостоев в одинаковых условиях зависит от их густоты и менее густые ценозы с возрастом становятся более высокими
3.	Класс бонитета у древостоя с возрастом меняется незначительно	Класс бонитета с возрастом меняется у большинства древостоев
4.	Дифференциация проявляется в полной мере в возрасте 30–40 лет	Деревья-лидеры хорошо проявляют себя уже в возрасте 8–10 лет
5.	В структуре древостоя имеет место случайное размещение деревьев, но с возрастом оно стремится к равномерному	Структура древостоя включает в себя биогруппы и в них растет 28–57% деревьев [16]. Они являются атрибутом древостоя
6.	В биогруппах растения мешают друг другу и плотные биогруппы подлежат разреживанию	Биогруппы являются центрами, где накапливается запас древостоя. Их оставляют при разреживаниях [17]
7.	Уход за густотой следует начинать в жердняках, в возрасте 21–40 лет	Уход за густотой следует начинать до смыкания крон
8.	Максимум массы хвои наблюдается в среднем возрасте при оптимальной густоте	Максимумы и константы массы хвои и объема крон наблюдаются при развитии от минимальной густоты
9.	Максимум текущего прироста древесины, например, в ельниках приходится в среднем на возраст 40–45 лет	Максимум прироста в ельниках зависит от начальной густоты и наблюдается в 40 лет в редких, а в изначально густых — в 25 лет
10.	Тип <i>хода роста</i> древостоя определяет класс бонитета, географическое и ландшафтное положение, тип леса	Тип <i>развития</i> древостоя в одинаковых лесорастительных условиях определяет возраст, в котором достигается максимум сомкнутости крон и полога
11.	В развитии выделяют молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные насаждения	Развитие древостоя делят на фазы прогресса и регресса (периоды до и после максимума прироста)
12.	Регуляцию густоты проводят вплоть до приспевающего возраста	Регуляцию густоты проводят только в фазе прогресса
13.	Регрессом считается распад и усыхание древостоя, а также возраст, когда отпад становится больше текущего прироста	Регресс начинается уже в среднем возрасте и длится десятилетия; в нем допустимы только пассивные рубки отставших в росте деревьев

При фиксированной ширине волока технология прореживаний становится контролируемой, и площадь волоков снижается в 1,7–2,4 раза (Таблица 2).

Тогда возможен дифференцированный и контролируемый норматив для площади волоков, который должен быть утвержден далее Минюстом, в следующей редакции: «Общая площадь волоков (технологических коридоров) при уходе за лесом в молодняках не должна превышать 15%, а в средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных лесных насаждениях — 10% площади лесосеки. Ширина волоков не должна превышать 3,0 м»

Таблица 2.

ШИРИНА ПАСЕК И ВОЛОКОВ ПРИ РУБКАХ УХОДА

<i>Регламенты технологии</i>	<i>Молодняки</i>			<i>Средневозрастные и приспевающие</i>		
Ширина пасеки, м	12*	16*	24*	32	36	48
Допускаемая ширина волока, м	1,8	2,4	2,4	3,0	3,0	3,0
Площадь технологических коридоров (волоков), % площади пасеки	15	15	10,0	9,4	8,3	6,3
* — только для молодняков, далее пасеки объединяют, и волока используют через один.						

Соответственно, и нормативы прореживаний и проходных рубок для чистых хвойных насаждений с примесью до 2 единиц лиственных пород должны быть снижены до 10–15%.

Выводы:

1. Действие двух законов: рангового закона роста деревьев Е. Л. Маслакова и основной закономерности морфогенеза древостоев Г. С. Разина. выделяет в развитии одновозрастных древостоев восходящую линию (увеличение прироста, прогресс) и нисходящий тренд (падение прироста, регресс).

2. Их наличие влечет за собой разные подходы к управлению древостоем: активное вмешательство в фазе прогресса и пассивное — в фазе регресса.

3. Положения старой и новой парадигмы развития простых одноярусных древостоев не могут быть совмещены. Из новой парадигмы возникают новые принципы рубок ухода за лесом: высокая интенсивность в молодняках и удаление только отставших в росте деревьев в среднем и приспевающем возрасте.

Работа выполнена при финансовой поддержке задания 2014/153 государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части госзадания Минобрнауки России, проект 144.

Источники:

- (1). Правила ухода за лесом. М.: МПР РФ. Приказ №185 от 16.07.2007. 89 с.
- (2). СНиП 2.05.02-85.

Список литературы:

1. Чижов Б. Е., Горшкова В. В., Николаев А. И. Предложения в правила ухода за лесами // Вестник московского государственного университета леса. 2015. №2. С. 74–79.
2. Эйтинген Г. Р. Рубки ухода за лесом в новом освещении. М., 1934. 224 с.
3. Верхунов П. М., Черных В. Л. Таксация леса. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. 395 с.
4. Желдак В. И., Атрохин В. Г. Лесоводство: учебник. Часть 1. М.: ВНИИЛМ, 2003. 306 с.
5. Калинин К. К. Лесоводство: курс лекций. Изд. 2-е, стереотипное. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2011. 248 с.
6. Набатов Н. М. Лесоводство: учебное пособие. М.: МГУЛ, 2002. 190 с.
7. Сеннов С. Н. Лесоведение и лесоводство: учебник для студентов вузов. М.: Академия, 2005. 256 с.
8. Сеннов С. Н. Уход за лесом: экологические основы. М.: Лесн. пром-ть, 1984. 127 с.
9. Сеннов С. Н. Итоги 60-летних наблюдений за естественной динамикой леса. СПб.: СПбНИИЛХ, 1999. 98 с.

10. Алексеев А. С. Энергетическая модель хода роста запаса древостоев и возможности ее применения для решения задач устойчивого управления лесами // Всеросс. научная конференция «Научные основы устойчивого управления лесами»: материалы. М.: ЦЭПЛ РАН, 2014. С. 10–13.
11. Маслаков Е. Л. Формирование сосновых молодняков. М.: Лесная пром-сть, 1984. 168 с.
12. Разин Г. С. Динамика сомкнутости одноярусных древостоев // Лесоведение. 1979. №1. С. 23–25.
13. Рогозин М. В., Разин Г. С. Развитие древостоев. Модели, законы, гипотезы: монография / под ред. М. В. Рогозина. Пермь: ПГНИУ, 2015. 277 с.
14. Рогозин М. В. Старая и новая парадигмы в лесоводстве и лесной селекции // Успехи современного естествознания. 2016. №4. С. 94–98.
15. Кофман Г. Б. Рост и форма деревьев. Новосибирск: Наука, 1986. 211 с.
16. Ипатов В. С., Тархова Т. Н. Количественный анализ ценологических эффектов в размещении деревьев по территории // Ботанический журнал, 1975. №9. С. 1237–1250.
17. Рогозин М. В. Лесные экосистемы и геобиологические сети: монография. Пермь: ПГНИУ, 2016. 171 с.

Sources:

- (1). Pravila uhoda za lesom. M.: MPR RF. Prikaz №185 ot 16.07.2007. 89 s.
- (2). SNIП 2.05.02-85.

References:

1. Chizhov, B. E., Gorshkova, V. V., & Nikolaev, A. I. (2015). Predlozheniya v pravila uhoda za lesami. Vestnik moskovskogo gosudarstvennogo universiteta lesa, (2), 74–79.
2. Eitingen, G. R. (1934). Rubki uhoda za lesom v novom osveshchenii. Moscow, 224.
3. Verkhunov, P. M., & Chernykh, V. L. (2007). Taksatsiya lesa. Yoshkar-Ola, MarGTU, 395.
4. Zheldak, V. I., & Atrokhin, V. G. (2003). Lesovodstvo, uchebnik. Part 1. Moscow, VNIILM, 306.
5. Kalinin, K. K. (2011). Lesovodstvo: kurs lektsii. Publ. 2th, stereotyp. Yoshkar-Ola, MarGTU, 248.
6. Nabatov, N. M. (2002). Lesovodstvo: uchebnoe posobie. Moscow, MGUL, 190.
7. Sennov, S. N. (2005). Lesovedenie i lesovodstvo: uchebnik dlya studentov vuzov. Moscow, Akademiya, 256.
8. Sennov, S. N. (1984). Uhod za lesom: ehkologicheskie osnovy. Moscow, Lesnaya prom-t, 127.
9. Sennov, S. N. (1999). Itogi 60-letnih nablyudenij za estestvennoj dinamikoj lesa. St. Petersburg, SPbNIILH, 98.
10. Alekseev, A. S. (2014). Energeticheskaya model hoda rosta zapasa drevostoev i vozmozhnosti ee primeneniya dlya resheniya zadach ustojchivogo upravleniya lesami. Nauchnye osnovy ustoichivogo upravleniya lesami: materialy Vseross. nauchnoj konf. Moscow, CEHPL RAN, 10–13.
11. Maslakov, E. L. (1984). Formirovanie sosnovykh molodnyakov. Moscow, Lesn. prom-st, 1984. 168.
12. Razin, G. S. (1979). Dinamika somknutosti odnoyarusnyh drevostoev. Lesovedenie, (1), 23–25.
13. Rogozin, M. V., & Razin, G. S. (2015). Razvitie drevostoev. Modeli, zakony, gipotezy: monografiya. Ed. M. V. Rogozin. Perm, PGNIU, 277.
14. Rogozin, M. V. (2016). Staraya i novaya paradigmy v lesovodstve i lesnoj selektsii. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya, (4), 94–98.

15. Kofman, G. B. (1986). Rost i forma derevev. Novosibirsk, Nauka, 211.

16. Ipatov, V. S., Tarkhova, T. N. (1975). Kolichestvennyi analiz tsenoticheskikh ehffektov v razmeshchenii derevev po territorii. *Botanicheskii zhurnal*, (9), 1237–1250.

17. Rogozin, M. V. (2016). Lesnye ekosistemy i geobiologicheskie seti: monografiya. Perm, PGNIU, 171.

*Работа поступила
в редакцию 22.03.2017 г.*

*Принята к публикации
24.03.2017 г.*

Ссылка для цитирования:

Рогозин М. В. Фантомы теорий рубок ухода // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №4 (17). С. 48–55. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/rogozin-1> (дата обращения 15.04.2017).

Cite as (APA):

Rogozin, M. (2017). Phantoms of theories of thinning forests. *Bulletin of Science and Practice*, (4), 48–55.