

*МЕХАНИЧЕСКИЕ ТОРГОВЫЕ СИСТЕМЫ***Е.А. ШУМКОВ**

*Кубанский государственный технологический университет
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2,
электронная почта: sneveld@rambler.ru*

В статье рассмотрены основные принципы построения механических торговых систем (торговых роботов), работающих на финансовых площадках. Выделены основные типы механических торговых систем, их основные показатели, достоинства и недостатки. Предложена структура обобщенной механической торговой системы, которая использует набор различных инструментов анализа и прогнозирования финансовых временных рядов и политико-экономических показателей.

Ключевые слова: торговая система, торговый робот, автотрейдер, МТС, финансовые инструменты, Forex, data – mining, новостная аналитика, принцип конкуренции, СППР.

Для помощи игрокам на финансовых площадках уже пару десятилетий используются механические торговые системы (сокр. МТС). Другие, часто употребляемые, названия МТС – автотрейдер, торговый робот и торговый советник (в терминах Metatrader). В настоящее время по ряду источников значительная часть сделок на рынке происходит именно за счет торговых роботов [5]. Кроме того, в последнее пятилетие значительно выросло число сверхкраткосрочных сделок [5]. Здесь отметим, что финансовые рынки существуют уже больше столетия, а по некоторым данным биржи существовали уже в XVII веке в Японии (торговля рисом – оттуда пошла т.н. «японские свечи» на графиках котировок).

Отметим, что также под МТС можно понимать набор правил, который однозначно определяет моменты открытия и закрытия позиций.

Механическая торговая система должна давать следующую информацию (если она работает в режиме *советчика* или системы поддержки принятия решений) [10]:

- когда, как и по какой цене совершать торговые операции;
- когда, как и по какой цене выходить из открытых позиций с убытком;
- когда, как и по какой цене выходить из открытых позиций с прибылью.

Сигнал на совершение операций обычно либо однозначный, либо с вероятностными характеристиками. Вход и выход из торговой позиции может происходить со стоп – ордерами.

Классификация МТС

Существуют различные подходы к построению МТС. Выделим следующие [10]:

1) МТС следования за трендом. Подобные системы ждут определенного движения цены и открывают (или закрывают) торговую позицию на предположении, что тенденция движения цены будет продолжена. Естественно, тенденция должна быть подтверждена определенным расчетом.

2) Противотрендовые системы. Данный тип МТС ждет значительного движения цены вверх или вниз и открывает позицию в противоположном направлении. Такие системы относятся и к т.н. «скальпинговым» системам и к «высокочастотной» торговле.

3) Модельные системы. Другое название – «системы, торгующие по паттернам» (шаблонам). Данный вид систем распознает модели поведения рынка.

Автор также добавил бы к вышеуказанным трем подходам еще прогнозный, т.к. многие игроки, с помощью различных методов и алгоритмов, строят модели прогнозирования цены и на основании прогноза открывают или закрывают торговую позицию.

Хочется отметить, что четких границ между вышперечисленными типами систем нет и нередко МТС создаются либо «на стыке» типов, либо включают в себя элементы двух и более подходов. Отмечается [1], что самыми распространенными являются системы первого типа, далее – второго и третьего. Нередко к данным типам систем добавляют также системы, основанные на прорыве уровней сопротивления или поддержки, а также работающие в коридоре цен.

Отметим, что в крупных трейдинговых организациях распространен алгоритмический трейдинг [5, 6].

При построении МТС, конечно, играет существенную роль предпочтение заказчика (трейдера) – в зависимости от того, какого подхода он придерживается – фундаментального, технического и т.д.

В качестве алгоритмического ядра МТС могут выступать следующие математические модели и методы:

- технические индикаторы;
- методы математической статистики;
- методы искусственного интеллекта (например, нейронные сети, генетические алгоритмы [3], деревья решений и др.);
- фильтры (Калмана – Бьюси, Савицкого, АСС Кауфмана, FIR – фильтр Эйлера и мн. др.)
- спектральный анализ и т.д.

Если рассматривать более серьезный уровень МТС, то можно выделить МТС для портфельного инвестирования, т.е. МТС должно отслеживать большое количество финансовых инструментов и проводить сделки с ними. Здесь также существует определенная классификация – активное и пассивное инвестирование. Первый вариант – создается хорошо диверсифицированный, продолжительно удерживаемый портфель из большого числа активов. Второй вариант – портфель характеризуется низким оборотом, обычно, низкорисковых активов, т.е. здесь должна быть *гарантия* сохранения капитала. Также существуют т.н. «арбитражные» системы, которые ищут ценовую разницу между одним и тем же финансовым инструментом на разных торговых площадках и на этом несоответствии и зарабатывают капитал. Есть также системы выявляющие желание крупного клиента приобрести определенный финансовый инструмент на крупную сумму, выявление происходит за счет анализа текущего потока заявок на покупку / продажу. Существуют и другие механизмы создания МТС [1].

В таблице 1 приведены основные параметры МТС [1].

Таблица 1 - Параметры оценки работы МТС

№	Название	Обозначение
1	Общая прибыль	<i>Pr ofit</i>
2	Общий убыток	<i>Loss</i>
3	Отношение общей прибыли к общим убыткам	<i>P / L</i>
4	Математическое ожидание выигрыша	<i>ADP</i> (average of distribution profit)
5	Максимальная просадка	<i>MS</i> (max slump)
6	Относительная просадка	<i>RS</i> (relative slump)
7	Процент выигравших коротких позиций	<i>PWS</i> (percent win sell)
8	Процент выигравших длинных позиций	<i>PWB</i> (percent win buy)
9	Процент прибыльных сделок от общего количества	<i>PWT</i> (percent win transaction)
10	Процент убыточных сделок от общего количества	<i>PLT</i> (percent loss transaction)
11	Средняя прибыльная сделка	<i>MWT</i> (пунктов)
12	Средняя убыточная сделка	<i>WST</i> (пунктов)
13	Максимальное количество непрерывных выигрышей	<i>MCW</i> (max continuous win)
14	Максимальное количество непрерывных проигрышей	<i>MCL</i>
15	Общее количество выигрышных сделок	<i>WIN</i>
16	Общее количество проигрышных сделок	<i>DEF</i>
17	Среднее количество выигрышных сделок за единицу времени (обычно за сутки)	<i>TWIN</i>
18	Среднее количество проигрышных сделок за единицу времени	<i>TDEF</i>

Кроме того, к параметрам МТС можно отнести:

- предпочтительные таймфреймы;
- способность работать на коротких и длинных интервалах времени;
- максимальное количество сигналов к операциям за заданный промежуток времени;

Правилами хорошего тона при построении МТС являются следующие показатели:

- минимальное количество подстраиваемых параметров;
- удовлетворительные показатели качества работы с учетом спреда и комиссий;
- должно быть, по крайней мере два различных актива, на которых система показывает результаты со статистическим преимуществом;

- система должна быть оптимизирована по количеству вычислительных операций.

Плюсы МТС в сравнении с интуитивным подходом:

- исключается субъективный фактор при принятии решений (можно также сказать – «исключаются эмоции при принятии решений»);
- возможность автоматического поиска торговых стратегий;
- принятие решений не является субъективным, следовательно, зная математическую модель МТС и статистические распределения ее работы, можно найти «слабые места» МТС и откорректировать их.

Недостатки МТС обычно заключаются в длительном поиске их параметров, создание модели и необходимости «ручной» корректировки, доводки и контроля уже работающей модели.

Обобщенная структура МТС

Общая структура универсальной механической торговой системы показана на Рисунке 1. На взгляд автора в такой системе должно быть три параллельно работающих контура: отслеживания новостей и макроиндикаторов, контур поиска и тестирования, а также контур рабочей торговой системы. При этом контур поиска и тестирования может быть разделен на два отдельных контура.

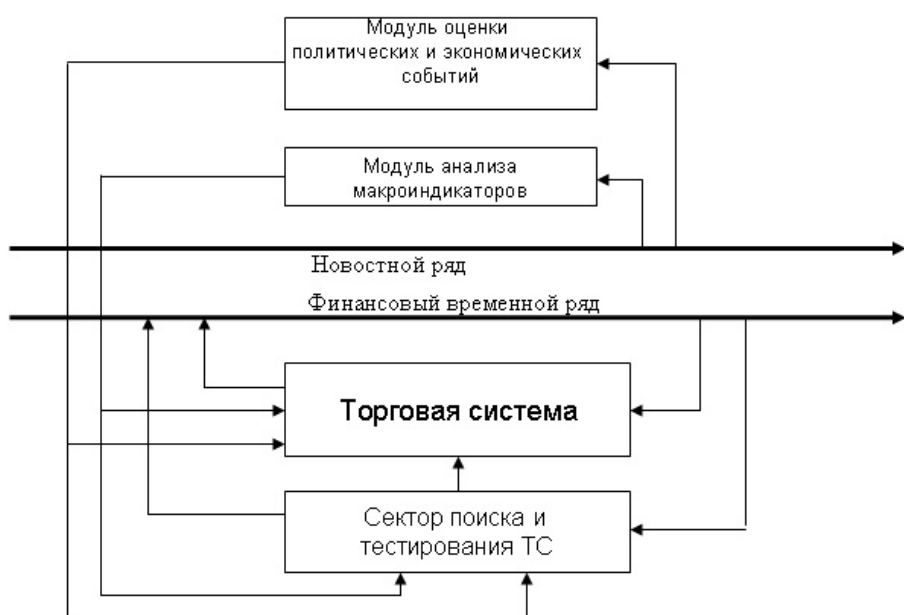


Рисунок 1. Обобщенная структура МТС

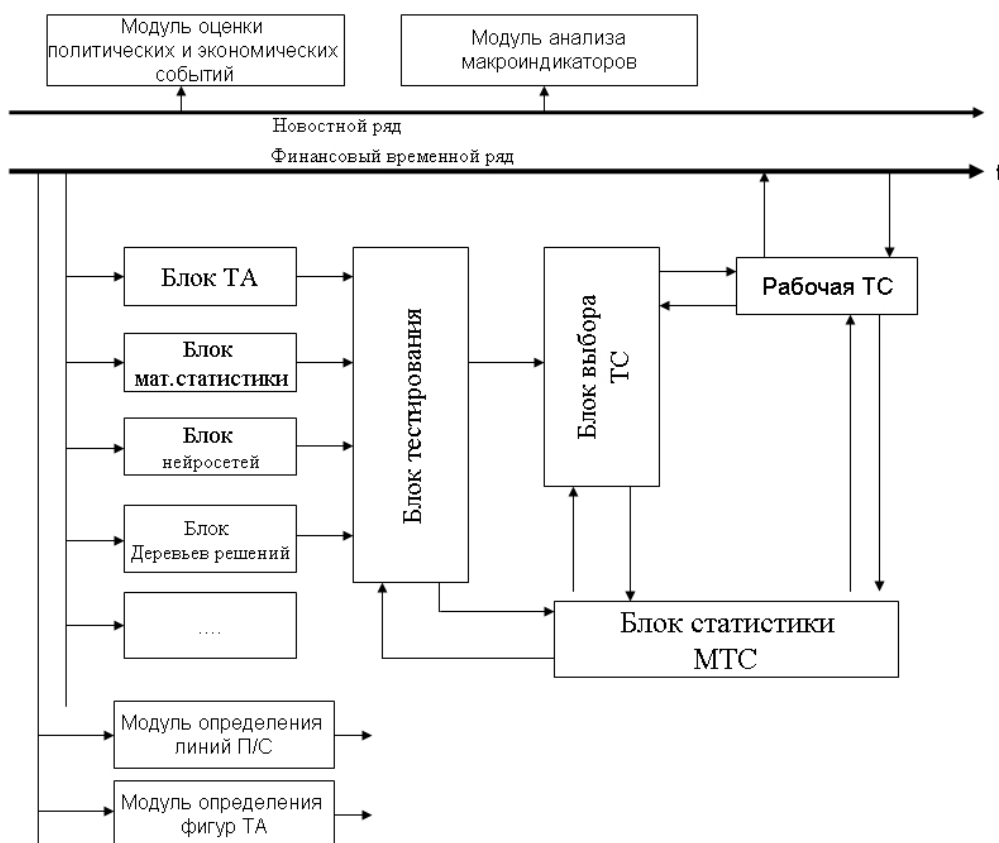


Рисунок 2. Обобщенная структура МТС в разрезе модулей

Более подробная структура универсальной МТС показана на Рисунке 2. На взгляд автора, в универсальной системе должно быть воплощено, как можно больше возможностей. Т.е. должен быть блок фундаментального анализа, блок технического анализа, блок методов математической статистики, методы искусственного интеллекта и т.д. И, самое важное, принцип отбора текущей рабочей торговой системы должен строиться на *принципе конкуренции* среди методов и алгоритмов. Принцип конкуренции между алгоритмами можно увидеть в работе [7]. Приведем таблицу показывающую суть принципа конкуренции среди торговых стратегий на базе технических индикаторов с основным показателем P/L (Таблица 2).

Таблица 2 - Принцип конкуренции среди технических индикаторов

Таймфрейм	Финн.инстр.	SO	MACD	ИКН	...
1 мин	RURUSD	x_{11}	x_{12}	x_{13}	...
	RUREUR	x_{21}	x_{22}	...	...
	EURUSD	x_{31}	...	...	...
	EURCAD	x_{41}	...	...	...
	....	x_{51}	...	...	...
5 мин	RURUSD	...	...	...	...
	RUREUR	...	...	...	...
	EURUSD	...	...	...	...
	EURCAD	...	...	...	...

15 мин	RURUSD	...	...	...	...
	RUREUR	...	...	...	...
	EURUSD	...	...	...	...
	EURCAD	...	...	...	...

30 мин	RURUSD	...	...	...	...
	RUREUR	...	...	...	...
	EURUSD	...	...	...	...
	EURCAD	...	...	...	...
....

В Таблице в заголовках столбцов указаны технические индикаторы: MACD, Stochastic Oscillator (SO), Ichimoku Kinko Hyo (ИКН). В строках – таймфреймы и финансовые инструменты, а на пересечении – выбранный показатель МТС. Суть таблицы – выбрать технический индикатор, который показывает на исторических данных максимальный показатель P/L (или другой выбранный трейдером).

Учитывая, что количество вариантов наборов параметров технических индикаторов может быть очень велико, то разумно здесь использовать OLAP технологию и Q-OLAP в частности [14], кроме того можно дробить поведение торговых систем на поведение во флете и в тренде (т.е. в зависимости от волатильности рынка), а также тестировать торговые системы на разных финансовых инструментах. В реальном приложении необходимо учитывать несколько показателей торговых систем, например, таких как WIN , DEF , MS и других (Таблица 1). Т.е. выбор торговой стратегии должен быть на основании

агрегированного показателя. Здесь можно использовать различные подходы к построению агрегированного показателя – часто используют метод экспертных оценок важности показателей с весовыми коэффициентами (см., например [4]). Но поскольку система должна быть максимально автоматизирована, то можно использовать автоматический метод на основании исторических показателей успешности.

При этом в расчете желательно учитывать «аномальные выбросы» отдельным образом. Т.е. в момент выхода важных новостей работать по особому алгоритму и данный момент должен регулироваться модулем оценки экономических и политических событий и модулем анализа макроиндикаторов.

Но главное – в механической торговой системе должны быть реализованы следующие элементы: алгоритм входа, алгоритм выхода и алгоритм управления капиталом и риском [1].

В системе также должен быть заложен учет таких факторов, как комиссионные издержки и т.н. проскальзывание (задержка исполнения операции).

В ряде торговых терминалов можно обойтись без блока тестирования торговых стратегий– он встроен в саму торговую систему. Но конечно необходим скрипт сопряжения универсальной МТС с тестирующим.

Кратко опишем назначение и принцип работы основных блоков универсальной МТС.

Блок технического анализа. В настоящее время существуют сотни технических индикаторов [7]. Да, конечно, значительная часть из них строится на вариациях простого скользящего среднего, но также существуют и многие другие алгоритмы для построения технических индикаторов. В блоке технического анализа необходимо реализовать модуль перебора параметров технических индикаторов, как показано в работах [11, 12] и выбор лучших индикаторов для конкретного финансового инструмента, т.е. модуль конкуренции для технических индикаторов.

Блок методов математической статистики. Данный блок должен рассчитывать основные статистические и вероятностные показатели временных рядов и торговых стратегий. По сути, он является «служебным» для остальных блоков, но может выступать и в ряде самостоятельно решаемых задач.

Блок нейронных сетей. Данный блок, а также блоки, реализующие другие методы искусственного интеллекта, могут работать, как самостоятельно, так и в комбинации, например, нейронные сети плюс генетические алгоритмы для поиска субоптимальной структуры прогнозирующей нейронной сети, как показано в работе [2].

Блок тестирования предназначен для оценки торговых систем по выбранным параметрам.

Модуль определения линий поддержки и сопротивления (П/С), а также модуль определения фигур технического анализа (ТА) служат в качестве вспомогательных блоков, если не используется модель построения МТС на базе определения момента прорыва линий поддержки – сопротивления. Реализацию модуля определения фигур технического анализа на базе нейронных сетей см. в работе [13].

Модуль оценки политических и экономических событий и модуль анализа макроиндикаторов можно строить согласно [9].

Блок выбора стратегии. В блоке выбора стратегии можно использовать деревья решений, но основной метод, на взгляд автора – это принцип конкуренции между торговыми стратегиями.

Блок управления поиском торговых стратегий. Данный блок управляет поиском торговых стратегий по заданному алгоритму, по сути, ведет перебор возможных стратегий с оценкой направления поиска. Для данного блока хорошо подходит принцип Data – mining [14, 15].

Блок рабочей торговой стратегии. Рабочих торговых стратегий может быть несколько и данный блок должен отслеживать показатели всех торгуемых финансовых инструментов и необходимость применения любой из возможных торговых стратегий.

Учитывая, что рынок постоянно меняется и система автоматического поиска стратегий должна находить все более совершенные комбинации, необходимо постоянно перенастраивать торговую систему.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карлов Д. Н. Интеллектуальная многоконтурная система поддержки принятия решений аналитика // Дисс. канд. техн. наук. Краснодар: КубГТУ, 2010. 131 с.

2. Ключко В.И., Шумков Е.А. Контроллер управления обучением нейронной сети с генетическим алгоритмом. Патент на изобретение №2602973. ФИПС, 2016.

3. Копылов А.Н. Об использовании генетических алгоритмов при построении механических торговых систем // Наука, техника и образование. 2016, № 5. сс. 42 – 44.

4. Моченов А.Д., Ячменев А.А. Применение метода 'экспертных оценок' при определении важности частных показателей качества информационной системы // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2001, №1. сс. 41 – 45.

5. Саркисов Г.А. Ограничение рисков на финансовых рынках с преобладанием высокочастотного трейдинга // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Экономические науки. 2014, №1. с. 144 – 150.

6. Стасевич В.П., Шумков Е.А., Зуева В.Н. "Построение адаптивных автоматизированных банковских систем" // Интеллектуальные системы: Труды Седьмого международного симпозиума / под ред. К. А. Пупкова. - Краснодар, 2006. с. 519-523.

7. Титов С.Ю. Адаптивная система принятия решений на финансовых рынках // Прикладная эконометрика. 2007, №3. с. 27 – 43.

8. Файзуллин Р.В. Классификация систем помощи принятия решений на бирже // Вестник ИжГТУ. 2009, №1 с. 56 – 58.

9. Шумков Е.А. Идентификация и анализ финансовых временных рядов // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2016, №1. с. 203 - 218. [Режим доступа: <http://ntk.kubstu.ru/file/785>]

10. Шумков Е.А. Структуры механических торговых систем // Прикладная информатика. 2012, №3. с. 5 – 14.

11. Шумков Е.А., Ботин В.А. "Исследование технического индикатора MACD" // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2010, №10. Электронный ресурс. [Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/get.asp?id=1345&t=1>]

12. Шумков Е.А., Ботин В.А. "Статистический анализ технических индикаторов" // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2010, №10. Электронный ресурс. [Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/get.asp?id=1346&t=1>]

13. Шумков Е.А., Ботин В.А., Карлов Д.Н. Распознавание фигур технического анализа с помощью нейронных сетей / Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. №1, 2011. с. 120 – 129. [Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/get.asp?id=1371&t=2>]

14. Шумков Е.А., Карнизьян Р.О. Использование OLAP технологий в Q-обучении // "Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании". Сборник статей XXX Международной научно - технической конференции. - Пенза: Приволжский Дом знаний. 2012. с. 125-126.

15. Шумков Е.А., Чистик И.К. Автотрейдер с использованием Q-обучения // "Математические методы и информационные технологии в экономике, социологии и образовании". Сборник статей XXX Международной научно - технической конференции. - Пенза: Приволжский Дом знаний. 2012. с. 126-127.

REFERENCES

1. Karlov D. N. Intellectual multi-contour decision support system analyst // Thesis fo the degree of PhD (tech.). Krasnodar: KubSTU, 2010. 131 p.

2. Klyuchko V.I., Shumkov E.A. Controller of learning control of a neural network with a genetic algorithm. Patent for invention № 2602973. FIPS, 2016.
3. Kopylov A.N. On the use of genetic algorithms in the construction of mechanical trading systems // Science, technology and education. 2016, № 5. pp. 42 – 44.
4. Mochenov A.D., Yachmenev A.A. The application of the method of 'expert assessments' in determining the importance of particular indicators of the quality of the information system // Newsletter of Rostov state transport university. 2001, № 1. pp. 41 – 45.
5. Sarkisov G.A. Limitation of risks in financial markets with the predominance of high-frequency trading // Bulletin of the Samara State Technical University. Series: Economic sciences. 2014, №1. pp. 144 – 150
6. Stasevich V.P., Shumkov E.A. Zueva V.N. Building adaptive automated banking systems // Intellectual systems: Proceedings of the Seventh International Symposium / ed. K. A. Pupkov. Krasnodar, 2006. pp. 519 – 523.
7. Titov S.Y. Adaptive system of decision-making in financial markets // Applied Econometrics. 2007, №3. pp. 27 – 43.
8. Fayzullin R.V. Classification of decision support systems on the exchange // Bulletin of Kalashnikov ISTU. 2009, №1. pp. 56 – 58.
9. Shumkov E.A. Identification and analysis of financial time series // Scientific works of KubSTU. 2016, №1. pp. 203 - 218. [URL: <http://ntk.kubstu.ru/file/785>]
10. Shumkov E.A. Structures of mechanical trading systems // Applied Informatics. 2012, №3. pp. 5 – 14.
11. Shumkov E.A., Botin V.A. Research of the technical indicator MACD // Scientific Journal of KubSAU. 2010, №10. [URL: <http://ej.kubagro.ru/get.asp?id=1345&t=1>]
12. Shumkov E.A., Botin V.A. Statistical analysis of technical indicators // Scientific Journal of KubSAU. 2010, №10. [URL: <http://ej.kubagro.ru/get.asp?id=1346&t=1>]

13. Shumkov E.A., Botin V.A., Karlov D.N. Recognition of figures of technical analysis with the help of neural networks // Scientific Journal of KubSAU. 2010, №10. [URL: <http://ej.kubagro.ru/get.asp?id=1371&t=1>]

14. Shumkov E.A., Karnizyan R.O. Using OLAP technologies in Q-learning // "Mathematical methods and information technologies in economics, sociology and education". Collection of articles of the XXX International Scientific and Technical Conference. Penza: Privolzhsky House of Knowledge. 2012. pp. 125 – 126.

15. Shumkov E.A., Chistic I.K. Autotrader using Q-learning // "Mathematical methods and information technologies in economics, sociology and education". Collection of articles of the XXX International Scientific and Technical Conference. Penza: Privolzhsky House of Knowledge. 2012. pp. 126 – 127.

MECHANICAL TRADING SYSTEMS

E.A. SHUMKOV

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072,
e-mail: sneveld@rambler.ru*

In the article the basic principles of construction of mechanical trading systems (trading robots) working on financial platforms are considered. The main types of mechanical trading systems, their main indicators, advantages and disadvantages are identified. The structure of the generalized mechanical trading system is proposed, which uses a set of various tools for analyzing and forecasting financial time series and political and economic indicators.

Key words: trading system, trading robot, autotrader, MTS, financial instruments, Forex, data - mining, news analytics, the principle of competition, DSSR.