

Задача является линейной задачей динамического программирования. Ее можно привести к задаче линейного программирования, для которой разработаны надежные методы решения.

Задача может быть решена стандартным симплекс методом с помощью любого математического пакета (например, Mathcad) или компьютерной программы, написанной на языке, например, Fortran, C++, C#.

Для решения задач большой размерности можно воспользоваться методом управления с прогнозирующей моделью.

Литература.

1. Алгазин Г. И., Чудова О. В. Информационные технологии комплексной оценки компетентности выпускника вуза // Вестник НГУ. Сер.: Информационные технологии. -2009. -Т. 7, вып. 3.
2. Добросоцкая, И.В., Крахт, Л.Н. Система поддержки принятия решений при формировании индивидуальной траектории обучения [Текст] / И.В. Добросоцкая, Л.Н. Крахт // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5, № 9. – С. 197-200.

### **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ПАТЕНТОВ**

*А.В. Шокарев\**, к.т.н., доцент кафедры ИС, *Е.Ю Костюченко\*\**, к.т.н, доцент,  
*В.И. Карнышев\*\**, к.т.н., начальник ПИО

*\* Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел.(38451) 6-49-42  
E-mail:shokarev\_av@mail.ru*

*\*\* Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
634050, г. Томск пр. Ленина, 40, тел. (3822)-41-34-26  
E-mail: key@keva.tusur.ru*

Проблема анализа и прогнозирования динамики развития того или иного научного направления при разработке новых устройств и машин является актуальной. Как минимум предсказание общей тенденции развития интересующей области может позволить сказать имеет ли смысл в ближайшей перспективе проводить общие исследования в данном направлении или же при отсутствии глобальных прорывов большая часть исследований на основе текущей базы уже проведена и в дальнейшем до момента появления качественного скачка результаты исследований значимого вклада уже не внесут. Очевидно, что результаты таких прогнозов не являются абсолютно значимыми, поскольку без непрерывного проведения исследований в заданном направлении вероятность возникновения этого скачка минимальна, однако данное исследование может служить маркером по полноте исследований на основе существующей на данный момент базы.

Для проведения такого рода исследований необходимо определиться с источником входных параметров. В качестве простого примера таких параметров может выступать, например, динамика регистрации патентов по заданным направлениям. В качестве источника такой информации может выступать патентная база, уже содержащая в себе структуру по различным направлениям. В данной работе рассматривается анализ патентной базы США. Выборка из базы данных патентов осуществляется с помощью программного обеспечения [1], представленного в [2, 3]

В качестве входных данных на данном этапе исследования выступают данные по 867 направлениям исследований, представляющие собой подразделы следующих укрупненных групп: Электро-механические устройства для измерения интеграла электрической мощности или тока по времени, например потребления или расхода (контроль потребления электроэнергии на транспортных средствах с электродвигателем В 60L 3/00); устройства для образного представления электрических переменных величин или формы волн (образное представление величин путем механического перемещения 5/00,7/00,9/00; запись спектра частот 23/18) и другие подразделы. Информация структурирована по годам, рассматривался период времени с 1976 по 2014 год включительно (39 значений), при этом информация за 2014 год представлена на май месяц.

В качестве первого простейшего подхода для построения для построения прогнозов был выбран подход, основанный на построении прогнозов на основе фильтрации высокочастотных составляющих на основе цифровых фильтров, по сути реализующих механизм авторегрессии – прогнози-

рования динамики развития процесса в виде значения следующего отсчета как линейной функции от некоторого количества предыдущих отсчетов, определяющих порядок регрессии. Математически это может быть записано как

$$X(t) = c + \sum_{i=1}^n a_i X(t-i),$$

где  $c$  – постоянная составляющая (как правило равна нулю),  $n$  – количество учитываемых предыдущих отсчетов,  $a_i$  – коэффициенты уравнения (коэффициенты авторегрессии).

На этапе построение происходит определение коэффициентов  $a_i$  таким образом, чтобы суммарная ошибка прогноза на основе имеющихся данных была минимальной при прогнозировании на основе имеющихся  $n$  отсчетов следующего,  $n+1$ -го, который уже известен. Далее происходит сдвиг на один отсчет вперед, и операция повторяется до тех пор, пока не дойдем до прогноза последнего отсчета. Коэффициенты  $a_i$  могут быть найдены, например, на основе метода наименьших квадратов, процесс их нахождения детально изучен, описан в [4, 5] и реализован во множестве математических пакетов, включая Matlab, в котором и будет проводиться исследование.

При ознакомлении с полученными входными данными была сразу отмечена значительная количественная разница в размерах групп (от единиц патентов до нескольких тысяч патентов в рамках одной группы). Логично, что объем группы накладывает серьезные ограничения на применяемый математический аппарат и возможность прогнозирования в принципе (построение прогноза на основе одного ненулевого значения независимо от используемого математического аппарата затруднительно, особенно если это значение существенно отличается от нуля). Для проведения исследования по возможности осуществления авторегрессии были выбраны несколько классов с объемом, превышающим 100.

В качестве выбранных классов выступили подклассы класса H02M7, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Классы патентов для предварительного исследования		
H02M7_00-g.csv	Преобразование энергии переменного тока на входе в энергию постоянного тока на выходе; преобразование энергии постоянного тока на входе в энергию переменного тока на выходе	606
H02M7_12-g.csv	7/12 . . . выполненных на газоразрядных, электронных или полупроводниковых приборах с управляющим электродом	345
Общая сумма по классу H02M7		7072

Для тестирования подхода были выбраны следующие алгоритмы построения авторегрессии:

1. Авторегрессия на основе метода Юле-Уолкера;
2. Авторегрессия на основе метода Берга;
3. Авторегрессия на основе метода ковариации;
4. Авторегрессия на основе модифицированного метода ковариации [6].

Последний 2014 год при анализе отбрасывался в силу незавершенности и отсутствия информации по месяцам для сравнения аналогичных периодов, что привело к сокращению количества анализируемых отсчетов до 38. Порядок фильтров ограничен 19 как половиной количества доступных отсчетов (ограничение методов ковариации). Абсолютная ошибка, нормированная на один отсчет, определялась по формуле

$$Err = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - x_{0i}|}{n} = \frac{\sum_{i=1}^{38} |x_i - x_{0i}|}{38},$$

где  $x_i$  – значение на  $i$ -ом отсчете, полученное на основе предсказания на базе авторегрессии;  
 $x_{0i}$  – действительное значение на  $i$ -ом отсчете, полученное на основе предсказания на базе авторегрессии.

Динамика изменения ошибки в зависимости от количества учитываемых точек представлена на рисунке 1. Видно, что ошибка в рамках рассматриваемого диапазона размера окна для предсказания убывает (что логично), однако, если для авторегрессии на базе метода Юле-Уолкера динамика убывания под конец затухает, то для методов Берга и модифицированного ковариации убывание продолжается со значимыми темпами, а для метода ковариации затухания в данном диапазоне не наблюдается в принци-

пе. К сожалению, расширить размер диапазона для данного метода не представляется возможным в силу ограничения на количество имеющихся в распоряжении отсчетов по годам.

Если расширить диапазон для первых двух методов до максимума в 37 отсчетов, то графики примут вид, представленный на рисунке 2.

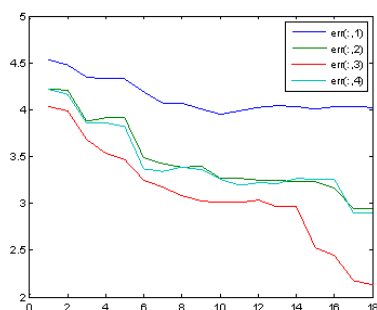


Рис. 1. Зависимость нормированной по количеству годов ошибки в зависимости от размера окна анализа и используемого метода. 1 – метод Юле-Уолкера, 2 – метод Берга, 3 – метод ковариации, 4 – модифицированный метод ковариации

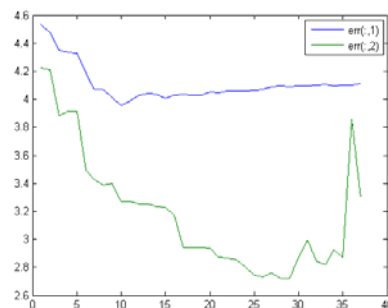


Рис. 2. Зависимость нормированной по количеству годов ошибки в зависимости от размера окна анализа и используемого метода. 1 – метод Юле-Уолкера, 2 – метод Берга

По итогам предварительного эксперимента видно, что, во-первых, увеличивать размер окна анализа более 30 лет для этих методов нецелесообразно в силу роста ошибки, во-вторых, даже для такого размера окна анализу ошибка превышает метод ковариации. На основе этого выбран размер окна анализа для методов ковариации в 18 отсчетов (лет), для остальных методов – в 29 отсчетов (лет).

Построение прогноза на основе каждого из рассматриваемых методов для двух подклассов и итогового класса приведен на рисунках 3-5.

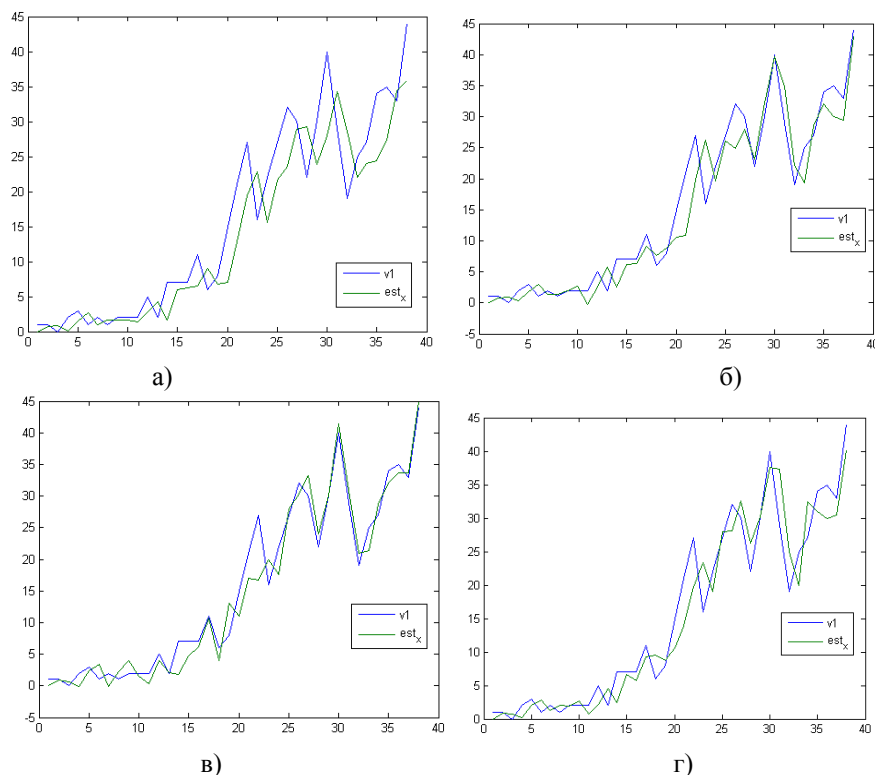


Рис. 3. Класс H02M07/00, а) метод Юле-Уолкера, б) метод Берга, в) метод ковариации, г) модифицированный метод ковариации v1 – реальная кривая динамики изменения количества зарегистрированных патентов, est\_x – количество, предсказанное на основе авторегрессии

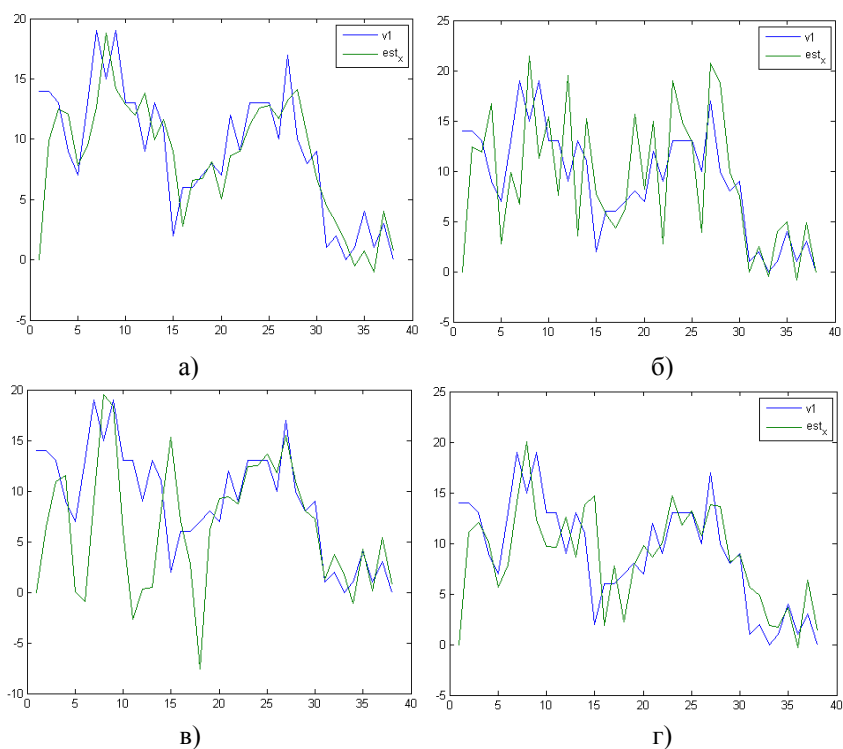


Рис. 4. Класс H02M07/02, а) метод Юле-Уолкера, б) метод Берга, в) метод ковариации, г) модифицированный метод ковариации  $v1$  – реальная кривая динамики изменения количества зарегистрированных патентов,  $est\_x$  – количество, предсказанное на основе авторегрессии

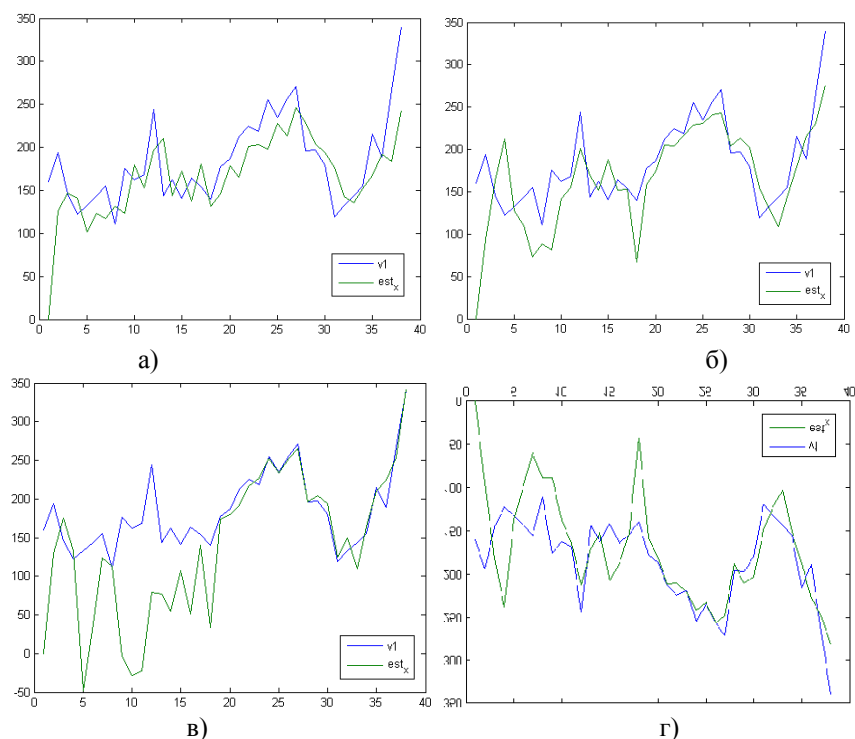


Рис. 5. Полный класс H02M07 а) метод Юле-Уолкера, б) метод Берга, в) метод ковариации, г) модифицированный метод ковариации  $v1$  – реальная кривая динамики изменения количества зарегистрированных патентов,  $est\_x$  – количество, предсказанное на основе авторегрессии

На основе анализа полученных диаграмм можно сделать следующие выводы:

1. Применение методов авторегрессии для анализа данных представленного объема сопряжено со значимыми трудностями, поскольку при меньших размерах окна анализа наблюдается рост ошибки (либо она слишком велика в принципе по сравнению даже с начальным уровнем ошибок других методов как в методе Юле-Уолкера). Если же остановиться на текущем выборе, то количество точек после настройки фильтра оказывается невелико, если же часть этих точек выделить для валидации получаемой модели процесса, то их количество еще больше сократится.

2. Поведение методов обучения сильно зависит от вида изучаемой зависимости (восходящая, нисходящая, начинается ли со значений близких к нулю или нет и т.д.). Необходима предварительная классификация наборов в зависимости от объема (при небольших объемах рассматриваемые методы малоперспективны в принципе) и поведения во времени.

3. Получаемые модели справедливы только для данного набора или, возможно, для нескольких очень близких классов. Коэффициенты авторегрессии для различных классов значимо отличаются (таблица 2, представлены 10 коэффициентов авторегрессии со 2 по 11). Соответственно, обобщение получаемых авторегрессионных моделей проблематично.

Таблица 2

Коэффициенты авторегрессионных моделей для различных классов и методов										
класс H02M07/00										
№коэфф.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ю.-У.	-0,7746	-0,0788	-0,0088	-0,0174	-0,1466	0,2038	-0,1815	-0,1960	0,2178	0,0950
Берга	-0,8428	-0,1026	-0,2442	0,1824	-0,3539	0,6687	0,1214	-0,6627	-0,2320	0,4123
Ковар.	-0,9065	0,3200	-0,1720	-0,3274	-0,9654	1,3880	-1,0113	0,3836	0,4341	0,1064
Мод.ков.	-0,8436	0,0585	-0,3059	-0,0284	-0,3913	0,4496	0,0523	-0,1216	-0,0325	0,1431
класс H02M07/12										
№коэфф.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ю.-У.	-0,7070	-0,1882	-0,0165	0,0866	-0,2685	0,0465	-0,0525	0,1539	0,1835	-0,1089
Берга	-0,8877	0,0383	-0,4075	0,7424	-0,6476	0,5490	-0,5859	0,5943	-0,1543	-0,0331
Ковар.	-0,4589	-0,3198	-0,0799	0,6699	-0,0942	-0,5381	-0,2391	0,1507	0,4861	0,1118
Мод.ков.	-0,7938	-0,0669	0,0720	0,0971	-0,2821	-0,0922	-0,0375	0,2489	0,2552	-0,2198
суммарный класс H02M07										
№коэфф.	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ю.-У.	-0,8232	0,0747	-0,1993	0,1558	-0,1592	0,1347	-0,0696	-0,1223	0,0175	-0,0455
Берга	-0,2897	-0,3930	-0,5036	0,4500	0,0861	0,0303	-0,0456	0,0773	-0,0457	-0,3097
Ковар.	-0,8088	-0,1159	0,0483	0,9634	-0,6900	-0,0252	0,0676	0,3210	0,3728	-0,0331
Мод.ков.	-0,5888	-0,4209	-0,4395	0,5132	-0,0163	0,3944	-0,0961	0,0035	-0,1584	-0,2135

В качестве следующего этапа исследования выступает предварительное структурирование и разбиение на классы с целью выделения в отдельных класс похожих по характеру динамики развития наборов для применения одинаковых методов анализа, что позволит получать прогнозные значения для динамики появления новых патентов для выбранного направления машиностроения.

Работа поддержана грантом РФФИ 14-07-00449 «Создание технологии интеллектуального анализа и прогноза на основе формируемых специализированных баз данных патентной и реферативной информации зарубежных электронных ресурсов».

Работа поддержана Министерством образования и науки, проект № 1220 «Фундаментальные основы проектирования информационно-безопасных систем».

Литература.

1. Мещеряков Р.В. Анализ и прогноз технических направлений. Количество патентов США в подгруппах МПК: построение временных рядов / В.И. Карнышев, В.И. Авдзейко, Р.В. Мещеряков, Л.В. Парнюк, А.О. Шумская, А.Ю. Исхаков // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ в Федеральной службе по интеллектуальной собственности № 2014619726 от 19.09.2014.

2. Костюченко Е.Ю. Защита информационной системы обработки данных патентной информации / А.Ю. Исхаков, В.И. Карнышев, Р.В. Мещеряков, А.О. Шумская // Ползуновский вестник. – 2014. – №2. – С. 251-254
3. Авдзейко, В.И. Анализ результатов конкурсов на выполнение НИОКТР [Текст] / В.И. Авдзейко, В.И. Карнышев, Л.В. Парнюк, Р.В. Мещеряков, А.А. Шелупанов // Научное обозрение. – 2013. – № 2. – С. 310-323.
4. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. -М.: Мир, 1974. Вып.1 406 с.
5. Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. -М.: Мир, 1974. Вып.2 197 с.
6. Kay, S.M. Modern Spectral Estimation: Theory and Application. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1988, pp. 228–230.

### **ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ САНКЦИОНИРОВАННЫХ ДЕЙСТВИЙ СТРАН ЗАПАДА ПО ОТНОШЕНИЮ К РОССИИ НА КРУПНЕЙШИЕ РОССИЙСКИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ И ФИНАНСОВЫЕ РЫНКИ**

*Ю.В.Аксенова, студент,*

*Научный руководитель: Кац В.М., канд. физ.-мат. наук, доцент*

*Томский политехнический университет*

*634050, г. Томск пр. Ленина, 30, тел. (3822)-12-34-56*

*E-mail: julieaksenova@gmail.com*

Ввиду санкционированных действий, направленных против Российской Федерации, от Стран ЕС, США, Канады, Норвегии, Швейцарии и Японии, по мнению управляющего директора группы банка Lombard Odier Арно Леклерка, это может оказать значительное влияние на функционирование российских финансовых рынков. Особый эффект таких действий ожидается в краткосрочной перспективе. Данное явление подразумевает прямую взаимосвязь с сокращением участия в российской экономике иностранных пенсионных фондов, хедж-фондов и банков с резким падением доли инвестиций и инвестиционных возможностей, что в свою очередь приведёт к давлению на российские компании. В связи с вышеописанной ситуацией возникает чрезвычайная актуальность исследования взаимозависимости и влияния введённых санкционированных действий на важнейшие макроэкономические, биржевые показатели, а также прогнозирование в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Таким образом, основополагающей целью данного исследования является отражение воздействия вводимой санкционированной политики на состояние российской экономики, а также выявление взаимозависимости факторных признаков между собой на основе эконометрических исследований.

После ситуации на Украине санкционированные действия стран Евросоюза и США коснулись многих областей. Отправной точкой стало составление санкционированных списков, к которым прибегнули Канада, страны ЕС, Швейцария и Япония, которые подразумевают запрет въезда на территорию страны и замораживание возможных финансовых активов. Следующим шагом от вышеуказанных стран, включая США и Австралию, стало ограничение в сроке предоставления кредитов российским компаниям и банкам на срок более 30 дней.

Необходимо выделить как особый аспект анализа санкционированные действия стран Евросоюза по отношению к российским компаниям, к которым относятся крупнейшие нефтедобывающие компании («Роснефть», «Транснефть», «Газпром нефть») и компании оборонно-промышленного комплекса («Уралвагонзавод», «Оборонпром», «Объединённая авиастроительная корпорация») и банкам («Сбербанк России», «Газпромбанк», ВТБ, «Россельхозбанк», ВЭБ):

- запрет европейским компаниям и физическим лицам совершать сделки с ценными бумагами вышеуказанных компаний сроком обращения более 30 дней;
- данным компаниям запрещены операции со счетами в европейских банках, а также инвестиционные консультации;
- запрещены поставки европейских технологий двойного назначения, которые могут быть использованы как в гражданской, так и в оборонной промышленности;
- гражданам стран ЕС и европейским компаниям запрещено оказание услуг по разработке и добыче нефти на глубоководье, в Арктике и на сланцевых месторождениях.

Американские санкции затрагивают также инвестиции в новые акции и облигации, а также вводят запрет на получение российских компаний кредиты на срок более 90 дней. США ограничили