**РАЗДЕЛ «ЗЕМЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ПОЧВЫ»**

УДК 631.4:004.9

**Климаторегулирующий потенциал почв сельскохозяйственных угодий России**

*В.С. Столбовой, д.г.н., И.Ю. Савин, д.с.-х. н., чл.-корр. РАН, Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва*

Стратегическим условием устойчивого сельскохозяйственного производства в Мире выступает сохранение и увеличение содержания органического вещества (углерода) в почвах. С переходом к углеродовосстановительному и углеродосберегающему земледелию связывают также перспективу уменьшения концентрации парниковых газов в атмосфере, иными словами, деятельность по смягчению изменений климата. Задача состоит в том, чтобы создать положительный баланс углерода в пахотных, сенокосных и пастбищных почвах сельскохозяйственных угодьях, обеспечив увеличение запасов органического углерода в почвах и наземной биомассе.

Сельскохозяйственные земли Мира занимают 37% поверхности суши. Сельское хозяйство ответственно за 52% глобальных антропогенных выбросов метана и 84% закиси азота. Согласно последним научным оценкам, секвестрация органического углерода сельскохозяйственными почвами может в перспективе 2100-2150 гг. снизить концентрацию углекислого газа в атмосфере на 50-100 гигатонн (ГтC) [1]. Такое снижение, без сомнения, окажет существенное смягчающее влияние на изменение климата, что выступает яркой демонстрацией огромного климаторегулирующего потенциала/ресурса почв.

По данным зарубежных исследований [2], глобальный технический потенциал сельского хозяйства (исключая выбросы от использования биотоплива) по смягчению изменений климата к 2030 г., учитывая все газы, составляет приблизительно 5,5-6,0 Гт эквивалентов углекислого газа (Гт CO2-экв) в год, с экономическим потенциалом около 1,5-1,6; 2,5-2,7 и 4,0-4,3 Гт CO2-экв в год при ценах 20, 50 и 100 долл. США за тонну CO2-экв, соответственно. Кроме того, выбросы парниковых газов можно было бы сократить за счет замены ископаемого топлива для производства энергии сельскохозяйственным сырьем (например, растительными остатками, навозом и специализированными энергетическими культурами). Глобальный экономический потенциал снижения потребления энергии за счет использования биомассы, произведенной сельским хозяйством, оценивается в 0,64, 2,24 и 16,0 Гт CO2-экв в год при ценах 20, 50 и 100 долларов США за тонну CO2-экв, соответственно.

Смит с соавторами [3] провели анализ разных оценок потенциала управления почвами для предотвращения влияния изменения климата и установили, что средние оценки глобального потенциала смягчения последствий изменения климата в области управления пахотными почвами составляют порядка 0,2-0,22 Гт C в год к 2030 г. по цене углерода до 20 и до 50 долл. за тонну CO2-экв, со значением стандартного отклонения +/- 0,16 и 0,13, соответственно. Авторы отмечают, что большая разница между оценками, частично, объясняется различиями в диапазоне вариантов управления рассматриваемого парникового газа.

Среди основных подходов сбережения или увеличения запасов органического вещества в почвах и биомассе на пахотных землях называют минимизацию обработок почвы, внесение органических удобрений, применение севооборотов с включением посевов трав, сокращение периодов паров, объединение различных культур на одной и той же территории (*intercropping*), а также агролесомелиорацию или строительство живых изгородей и лесных буферов в сельскохозяйственных ландшафтах [2, 4, 5]. Увеличение запасов органического вещества в пахотных почвах также наблюдалось в результате перехода от традиционного к органическому земледелию. Перечисленные подходы имеют потенциал не только для увеличения содержания органического вещества, но также рассматриваются в целях сокращения потерь углерода в результате эрозии почв и для содействия восстановлению деградированных сельскохозяйственных земель. Подход к развитию «природоохранного сельского хозяйства» объединяет многие из методов, указанных выше, и был предложен в качестве направления для консолидации усилий по смягчению последствий изменения климата и адаптации к последним при сохранении продуктивности сельскохозяйственных культур [5].

В практике ведения сельского хозяйства, отмеченные выше подходы, должны быть тщательно адаптированы к местным условиям, конкретному экологическому, социально-экономическому и культурному контексту их реализации. Очевидно, что национальные/местные знания и традиционные формы управления земельными ресурсами должны определять выбор соответствующих подходов. Об этом свидетельствуют многочисленные публикации успешного восстановления и устойчивого сельскохозяйственного производства во всем мире [6].

При выборе наилучших подходов к устойчивому и эффективному использованию существующих пахотных земель иногда также необходимо рассмотреть компромиссы между результатами по смягчению последствий на единицу площади угодий и на единицу продукции. Например, повышение производительности за счет изменения технологии производства в районах малопродуктивного сельского хозяйства может в отдельных условиях зависеть от роста выбросов парниковых газов на гектар, но все равно может привести к нетто выгоде для смягчения последствий, если будет необходимо культивировать меньше земель для удовлетворения потребностей, и если новые методы будут социально и экологически устойчивыми в долгосрочной перспективе [3].

Рассмотренные выше примеры наглядно демонстрируют фундаментальность подходов к вовлечению почв в решение задачи смягчения изменения климата. При этом важно, что последнее тесно связывается с вопросами устойчивого развития сельскохозяйственного производства, т.е. по общему мнению, увеличение содержания органического вещества в почвах имеет двойную (*win-to-win*) выгоду.

Отметим, что практика использования гумусосберегающих технологий в земледелии не являются новой в истории России. Достаточно сказать, что в СССР такие технологии были базовыми и обеспечивались многопольными севооборотами, применением органических удобрений и пр. Начиная с 90-х гг. этот опыт ушел «в тень» в связи с экономическими трудностями сохранения сложных систем земледелия. Однако национальные подходы использования гумусосберегающих технологий в сельхоз производстве хорошо документированы и сохранились. В настоящее время этот опыт приобретает востребованность и актуальность. Важной новой составляющей этой востребованности выступает оценка климато-регулирующего потенциала почв сельскохозяйственных угодий России. Каков этот потенциал и что мы о нем знаем?

Предлагаемый ниже обзор основывается на результатах анализа новой цифровой базы почвенных данных России (Единый государственный реестр почвенных ресурсов России, 2014), включая применение современных компьютерных информационных технологий, оригинальных моделей анализа данных и представления результатов.

***Общие запасы органического углерода в почвах сельскохозяйственных угодий страны.*** По нашим данным, запасы органического углерода в слое 0-1,0 м почв сельскохозяйственных угодий России составляют около 28 ГтС (*табл. 1*). Из этого количества около 19,0 ГтС находятся в пахотных почвах и почти 9 ГтС в почвах пастбищ. Верхний 0-0,3 м слой почв сельскохозяйственных угодий аккумулирует около 11 ГтС в пахотных почвах и почти 6 ГтС в почвах пастбищ.

Таблица 1

***Запасы и изменение содержания органического углерода (ГтС) по слоям почв сельскохозяйственных угодий России*** *[7]*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *Использование* | *0-0,3 м* | *0-1,0 м* |
| *нативные* | *используемые* | *потеря* | *% от нативных* | *нативные* | *используемые* | *потеря* | *% от нативных* |
| Пашня | 13,47 | 10,84 | 2,63 | 20 | 22,60 | 19,02 | 3,58 | 16 |
| Пастбища | 6,37 | 5,92 | 0,45 | 7 | 10,02 | 8,92 | 1,10 | 11 |
| Всего | 19,84 | 16,75 | 3,09 | 16 | 32,61 | 27,94 | 4,68 | 14 |

За всю историю землепользования почвы пашни потеряли около 2.6 ГтС (20%) из слоя 0-0,3 м и 3,6 ГтС (16%) из слоя 0-1,0 м (табл. 1). Потери органического углерода почвами пастбищ гораздо меньше и составляют для отмеченных слоев 0,5 ГтС (7%) и 1,1 ГтС (11%), соответственно. Суммарные потери органического углерода почвами сельскохозяйственного использования составляют 3,1 ГтС (16%) из слоя 0-0,3 м и 4,7 ГтС (14%) из слоя 0-1,0 м. Приведенные данные свидетельствует о том, что сельскохозяйственная деятельность не ограничивается влиянием на запасы органического углерода только в поверхностных пахотных горизонтах почв, но затрагивает и их более глубокие слои. Иными словами, сельхоз деятельность оказывает мощное воздействие на весь углеродный цикл наземных экосистем.

Мы дифференцировали потери почвенного органического вещества в зависимости от влияния водной эрозии и технологий сельскохозяйственного производства (*табл. 2*). Оказалось, что потери содержания органического вещества, связанные с водной эрозией, составляют около 15%. В значительной степени эти потери определяются природными факторами, включая условия рельефа, устойчивость почв к разрушению талыми водами, дождевыми осадками и интенсивностью последних. Вместе с тем, развитие эрозии может сдерживаться применением противоэрозионных технологий и другими приемами адаптации сельскохозяйственной практики к ландшафтно-экологическим условиям.

Большая часть потерь содержания органического вещества в сельскохозяйственных почвах (85%) связана со способами использования земель (подбор возделываемых культур, технологии обработки почвы, разнообразие и количество применяемых удобрения и пр.). Таким образом, изменение культуры земледелия, включая внедрение адаптивно-ландшафтных систем землепользования, применение экологически обоснованных технологий и пр. может быть использовано для повышения запасов органического вещества в почвах сельхозугодий страны.

Таблица 2

***Факторы снижения содержания органического вещества в пахотных почвах России***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| *Слой, м* | *Общие* | *Технологии* | *Эрозия* |
| *ГтС* | *% от нативных* | *ГтС* | *% от нативных* | *ГтС* | *% от нативных* |
| 0-0,3 | 2,63 | 20 | 2,2 | 85 | 0,43 | 15 |
| 0-1,0 | 3,58 | 16 | 3,1 | 85 | 0,48 | 15 |

***Современная динамика содержания органического углерода в почвах сельскохозяйственных угодий России.*** Изучение изменений запасов органического вещества в почвах сельхозугодий России является одной из задач их мониторинга. Содержание органического вещества в почвах выступает также одним из критериев их плодородия. По данным Госкомзема России [8], за 29-летний период (1967-1995 гг.) запасы гумуса в пахотном слое сократились на 1.9 млрд т или на 13%. В пересчете на углерод эти потери составляют 1,1 ГтС. С позиций наших подсчетов, отмеченные потери значительно завышены. Это связано с тем, что потери органического вещества в почвах в работе А.К. Крылатова с соавт. определены как сумма рассчитанных балансов гумуса в почвах за отмеченный период времени. Иными словами, расчеты суммируют систематическую ошибку модели, завышая общую оценку потерь органического вещества почв. А.К. Крылатов с соавт. также ссылается на прямые измерения, которые определяют потери в пашне равными 0,62 тС/га гумуса (0,36 тС/ га) в год. Однако и в этих расчетах делаются ошибочные упрощения, принимая за константу объемный вес почвы (запасы органического вещества в тС/га рассчитывается как произведение процентного содержания углерода на объемный вес почвы). Такое допущение приводит к завышению величины потери органического вещества почвами, так как снижение его содержания сопровождается уплотнением за счет ухудшения структуры почвы, т.е. увеличением объемного веса. Перечисленные и другие факты приводят к так называемым, «кажущимся», по выражению Д.С. Орлова с соавт. [9], потерям содержания органического вещества. Действительно, указанные в работе [8] потери должны привести к полной деградации органического вещества почв в течение 200 лет сельскохозяйственного использования, что, как известно, не наблюдается.

По нашим подсчетам, современный осредненный баланс органического углерода в пахотных почвах России составляет приблизительно минус 0,1 млн тС или минус 0,0008 тС/га в год. При этом средние запасы углерода в пахотном горизонте составляют 8,2 т/га. Если принять уровень ошибки средней равный 5-10%, то это составит около 0,4-0,8 т/га. Иными словами, величина баланса намного меньше уровня ошибки измерений и может быть игнорирована. В почвах пастбищ баланс органического углерода иной и составляет около минус 31 млн тС или 0,2 тС/га в год. При среднем запасе углерода в слое 0,3 м 7,3 т/га. Если принять уровень ошибки средней равный 5-10%, то ошибка средней составит около 0,4-0,7 т/га. Иными словами, величина баланса также оказывается в 2-3 раза меньше уровня ошибки измерений и может быть также игнорирована. Очевидно, что обе величины находятся ниже ошибки вычислений, т.е. баланс углерода в почвах сельхозугодий можно считать на данный момент близким к нейтральному. Такой вывод укладывается в общую картину глобальных оценок динамики содержания органического углерода при сельскохозяйственном освоении, которая хорошо аппроксимируется экспоненциальной функцией. Наибольшие потери содержания органического углерода происходят в первые годы освоения. В дальнейшем, содержание содержания органического углерода стабилизируется, достигая практически квазиравновесного состояния в течение 20 лет [10].

***Залежные земли и восстановление содержания органического углерода.*** В последние десятилетия в России произошла значительная трансформация практики использования земель, включая изменение состава возделываемых культур, смену технологии производства, изменение площади обрабатываемых земель и др. Отмеченные перемены сопровождались увеличением площади залежных земель, т.е. «земель больше года не используемых под [посев](https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/672855) [сельскохозяйственных культур](https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1401313) и под [пар](https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/347985)». На бытовом уровне залежные земли часто называют «заброшенными». Вместе с тем, залежные земли в системе учета земельного фонда страны, остаются в категории земель сельхозназначения, т.е. не меняют свое целевое назначение. Иными словами, за этими землями полностью сохраняется их правовой статус пахотных земель и, при возникновении благоприятных экономических условий, эти земли могут вновь вовлекаться в обработку без каких-либо дополнительных административно правовых согласований. Иными словами, ни о какой «заброшенности» в отношении залежных земель говорить нельзя.

Одной из особенностей залежных земель является восстановление содержания органического вещества. В последние годы в России и за рубежом появились публикации, которые представляют этот углерод в качестве «неучтенного» в национальной инвентаризации резервуара, который ограничивает перспективы хозяйственного использования залежных земель. Логика здесь простая, возвращение залежных земель в хозяйственный оборот привет к минерализации органического вещества почв, что интенсифицирует эмиссию углекислого газа. Инициация этого потока парникового газа, якобы противоречит национальным обязательствам по сокращению выбросов, что должно накладывать ограничения на возвращение залежных земель в пашню. При этом авторы не разъясняют отмеченный выше правовой статус залежных земель, а также то, что залежные земли не имеют никаких законных обременений, включая гособязательства по сохранению в почвах уровня содержания углерода. Очевидно, что детали правового регулирования использования земель в России должны быть четко разъяснены, с тем, чтобы ни у кого не возникало ощущение игнорирования принятых международных норм государства. Не зная этих деталей мировое общественное мнение может осложнить и без того непростую международную ситуацию для страны. Действительно, вопрос о консервации углерода в залежных землях официально в России не обсуждается. Напротив, в стране имплементируются программы о возвращении залежных земель в сельскохозяйственное использование.

***О каких объемах накопленного углерода в залежных землях идет речь?*** Если взять 27-летний период формирования залежных земель (1990-2017), то можно принять, что содержание органического углерода в почвах этих земель восстановлено до уровня нативных почв [10]. Исходя из данных табл. 1, можно оценить объем накопления органического углерода в рассматриваемых залежных почвах России в зависимости от их площади. Так, если в залежь перешло примерно 40 млн га (30%) площади пашни, то объем перетока углерода в системе «атмосфера-биомасса-почва» составляет около 1,2 ГтС (верхний 1 м слой почвы), что составляет около 4404 млн т CO2-экв. Для сравнения, эта величина в полтора раза превышает совокупный годовой выброс парниковых газов в России. Согласно глобальным обобщениям [6, 7], наземные экосистемы Мира за 19-летний период (1990-2009) секвестрировали около 5,2 ГтС. Таким образом, залежные земли России поглотили около 23% глобального объема, что свидетельствует об огромной роли почв страны в регулировании глобального цикла углерода.

***Международная инициатива «4 промилле» – одно из направлений вовлечения почв в мероприятия по смягчению глобального изменения климата*.** Суть инициативы состоит в том, что антропогенное увеличение концентрации СО2 в атмосфере может быть компенсировано секвестрированием углерода почвами в количестве 4 промилле в год. С этой целью авторы [11] предлагают стимулировать на глобальном уровне специальные технологии использования почв, стимулирующие фотосинтез и повышенное поступление углерода в почвы. Учитывая сложности управлением балансом органического углерода в естественных почвах тундры и таежно-лесной зоны России, можно оценить потенциал накопления почвенного органического углерода в пахотных почвах сельхозугодий. При этом, нам представляется, что именно восстановление содержания органического углерода в пахотных почвах может выступать ближайшей задачей инициативы «4 промилле» в приложении к России.

Насколько достижимы цели «4 промилле» для пахотных почв России? Общие потери органического углерода пахотных почв сельхозугодий в слое 0-1,0 м составляет около 2,4 ГтС (с учетом накопления в почвах залежных земель). Средняя потеря органического углерода слоя 0-1,0 м пашни – около 16 тС га. Следовательно, «4 промилле» составят около 0,03 тС/га. Эта величина может быть накоплена на 1 га пахотных почв путем внесения 1 т навоза с учетом принятого для районов Нечерноземья, Восточной Сибири и Дальнего Востока коэффициента гумификации 0,05. В лесостепных и степных районах доза внесения навоза может быть уменьшена в 1,5 раза [8], т.е. составит 0,75 т/га. Иными словами, цели «4 промилле» для пахотных почв России вполне достижимы.

Другими реалистичными мероприятиями, направленными на накопление органического углерода, могут быть повышение урожайности, увеличение в севообороте посевов трав, минимизация обработок и многое другое. В России накоплен огромный опыт управления гумусовым состоянием почв, который должен быть востребован для решения вызовов, связанных с изменением климата.

*Основные выводы*

Каков же ответ на поставленный в начале статьи вопрос о том, каков климаторегулирующий потенциал почв сельскохозяйственных угодий России и что мы о нем знаем?

Итак, мы знаем и показали, что почвы сельхозугодий России обладают значительным климаторегулирующим потенциалом. По нашим подсчетам переход отечественного земледелия на углерод сберегающие технологии имеет потенциал секвестрации почти 2,2 ГтС, что составляет около 8808 млн т CO2-экв. Это составляет почти три годовых совокупных выброса парниковых газов страны. Даже в условиях относительно низких котировок современных международных цен на CO2-экв (3-4 Евро за 1 т CO2-экв) общая величина стоимости поглощенного углерода составит 25-35 млрд Евро, т.е. это прямая величина увеличения стоимостной ценности почвенных ресурсов России. При этом, за счет увеличения содержания органического вещества будет существенно улучшено качество пахотных почв страны, повысится их естественное плодородие, включая улучшение доступности влаги, кислорода и питательных веществ. В итоге все перечисленное позволит, если не отказаться, то существенно снизить использование минеральных удобрений и перейти к производству биологически чистой продукции. Конечно, мы говорим о потенциале, т.е. о некотором максимуме, но этот потенциал, как мы показали есть, и он абсолютно реален. Сама цель смягчения климатических изменений за счет повышения продуктивности пахотных земель, т.е. получения «двойной выгоды», заслуживает серьезного внимания.

 Отечественная наука занимается органическим веществом почв более 200 лет. В СССР, при дефиците и высокой стоимости минеральных удобрений, были созданы уникальные, не имеющие аналогов в мире, углеродосберегающие технологии получения урожаев. Этот огромный опыт не только не забыт, но сейчас и усилен применением современных цифровых информационных технологий, которые позволяют оптимизировать углеродный цикл (продукционный процесс) на каждом отдельном поле. На наш взгляд, это достойная цель и пришло время заняться работой.

Насколько реально, а не на словах, Россия движется к «зеленой» экономике? Стала ли сигналом к действию для правительства и бизнеса, утвержденная в 2009 г. Климатическая доктрина России. Если проанализировать сценарии совокупных выбросов парниковых газов, приведенные в 7-м Национальном сообщении, то легко обнаружить, что сценарии следуют трендам развития экономики страны, на которые декларируемая «стратегия» не оказывает видимого влияния. Таким образом, движение к «зеленой» экономике в нашей стране носит, во многом, декларативный характер. В одном из выступлений, бывший советник Президента России по климату А.И. Бедрицкий заявил: «Мы не рассматриваем отказ от углеводородов в качестве способа снижения выбросов парниковых газов, в рамках выполнения взятых на себя обязательств в среднесрочной перспективе. Необходимо искать новые рецепты с учетом текущей и прогнозируемой экономической ситуации, планов социального-экономического развития, учитывать национальные особенности и интересы страны». Не праздным вопросом, к высказанному заявлению, будет, «как это достичь»? В статье мы хотели показать, что рецепты есть!

**Литература**

1. Hansen J., Sato M., Kharecha P. et al () Target atmospheric CO2: where should humanity aim? // Open Atmospheric Sci. J. 2008, 2:217-231.
2. Bernoux M., Paustian K. Climate Change Mitigation / In: Banwart S. A., Noellemeyer E., Milne E., eds. Soil Carbon: Science, management and policy for multiple benefits. SCOPE Series 71. CABI, Wallingford, UK, 2015. – Рр. 224-234.
3. Smith P., Bustamante M., Ahammad H., Clark H., Dong H., Elsiddig E.A., Haberl H., Harper R., House J., Jafari M., Masera O., Mbow C., Ravindranath N.H., Rice C.W., Robledo Abad C., Romanovskay, A., Sperling F., Tubiello F. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: IPCC. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, USA, 2014.
4. Banwart S.A., Noellemeyer E., Milne E. eds. Soil Carbon: Science, management and policy for multiple benefits. SCOPE Series 71. CABI, Wallingford, UK, 2015.
5. Climate-Smart Agriculture Sourcebook. Rome: FAO, 2013.
6. Epple C., García Rangel S., Jenkins M., & Guth M. Managing ecosystems in the context of climate change mitigation: A review of current knowledge and recommendations to support ecosystem-based mitigation actions that look beyond terrestrial forests. Technical Series No.86. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, 2016. – 55 pр.
7. Stolbovoi V., McCallum I., Land Resources of Russia. CD-ROM, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria and the Russian Academy of Sciences, Moscow. 2002. Available on the Internet: <http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/russia_cd/index.htm>.
8. Крылатов A.K. и др. Динамика баланса гумуса на пахотных землях Российской Федерации. М.: Госкомзем России, 1998. – 60 с.
9. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Розанова М.С. Реальные и кажущиеся потери органического вещества почвами Российской Федерации // Почвоведение, 1996. № 2. – С. 197-207.
10. Ciais P., Sabine C., Bala G., Bopp L., Brovkin V. et al. Carbon and other biogeochemical cycles / In: IPCC. Climate Change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, USA, 2013.
11. Minasny B., Malone B.P., McBratney A.B., Field D.J., Odeh I., Padarian J., Stockmann U., Angers D.A., McConkey B.G., Arrouays D., Martin M., Richer-de-Forges A.C., Chambers A., Chaplot V., Chen Z.-S., Tsui C.-C., Cheng K., Pan G., Das B.S., Gimona A., Savin I., Stolbovoy V. et al., Soil Carbon 4 PER MILLE, Geoderma. 2017. V. 292. – Рp. 59-86.

*Сведения об авторах:*

Столбовой Владимир Степанович, завотделом государственного реестра почвенных ресурсов, д.г.н., ФГБУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»; 109017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7; тел.: +7 (495) 953-87-84, факс: +7 (495) 951-50-25; e-mail: Vladimir.stolbovoy@gmail.com.

Савин Игорь Юрьевич, замиректора по научной работе, чл.-корр. РАН, д.с.-х.н., ФГБУ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»; тел.: +7 (495) 951-50-39, факс: +7 (495) 951-50-25; e-mail: savin\_iyu@esoil.ru.