

**Докучаевское общество почвоведов России  
Брянское отделение почвоведов**



**Брянская областная научная  
универсальная библиотека им. Ф. И. Тютчева  
*Отдел сельскохозяйственной литературы***

# **Научные почвоведческие чтения**

**Брянск 2001**

ББК 40.3  
УДК 631.4  
Н 34

**Воробьев Г. Т.**, редактор  
**Меркешкина Л. В.**, составитель  
**Щедрова В. Е.** – компьютерная верстка

Н 34      Научные почвоведческие чтения / Докучаевское о-во почвоведов  
России; Брян. обл. универс. науч. б-ка им. Ф. И. Тютчева. – Брянск,  
2001. – 76 с.

## Почвоведческие научные мелочи. (вместо предисловия)

*Лишь поверхностные люди  
судят не по внешности*  
Оскар Уайльд

Это замечание писателя, вынесенное мною в эпиграф, очень точно и верно отражает кредо генетического почвоведения, которое без первичного внешнего взгляда на почвенное тело в естественных природных условиях, существовать вообще не может.

Научной и практической почвоведческой литературы при желании можно найти по любой проблеме, по любому региону, в любом количестве. Однако, это будут, как правило, очень солидные издания в виде монографий, диссертаций или сборников. Значительно хуже обстоит положение с оперативным, регионально-местным обменом научной информацией и личным общением научно-исследовательских сил.

Организованные в 1999 году при Брянской областной научной универсальной библиотеке им. Ф. И. Тютчева научные почвоведческие чтения и преследуют цели устраниить отмеченные выше недостатки личного общения ученых Брянской области.

Хотелось бы, чтобы наши чтения были как можно менее академичными, отличались оригинальностью, краткостью и, конечно, чтобы в них присутствовала новизна подхода к освещению проблемы.

За последние 5-7 лет в нашей области выросла, и это очень отрадно, большая группа новых докторов и кандидатов наук, исследовательские интересы которых объединяет наша земля-матушка, почва-кормилица. Встреча с ними и происходит на почвоведческих чтениях, где ученые составляют ядро лекторов-докладчиков и одновременно внимательных слушателей чтений.

На почвоведческих чтениях нам очень хочется уловить и зафиксировать вспышки мыслей, обнажить корни этих мыслей,

которые рождаются у ученых при большой работе над диссертациями и монографиями, но возможно по каким-то причинам эти мысли не вошли в названные работы.

Особо надо отметить хорошую работу «летописца» наших чтений - А. Т. Нестика, который регулярно информирует читателей «Брянского рабочего», доходчиво и интересно рассказывая, о чем говорилось на научных почвоведческих чтениях.

В заключении необходимо еще раз поблагодарить Областную библиотеку в лице ее директора Светланы Степановны Дедюли за проявленный интерес и хорошее отношение к почвоведческим чтениям, за то, что она нашла возможность издать небольшим тиражом материалы чтений, тем самым положив доброе начало более массовому участию читателей в чтениях о земле, о почве и почвенном покрове родной Брянщины.

Спасибо библиотека!

Спасибо отдел сельскохозяйственной литературы!

Г. Т. Воробьев  
Председатель Брянского  
отделения почвоведов

**Г. Т. Воробьев**, доктор сельскохозяйственных наук,  
член-корреспондент РАЕН

Почвенный покров и устойчивость  
жизни.

Милостивые государи и милостивые государыни!

Прежде всего, считаю нравственным и приятным долгом поблагодарить и поздравить Брянскую областную библиотеку им. Ф. И. Тютчева, в первую очередь ее директора Светлану Степановну Дедюлю и сотрудников отдела сельскохозяйственной литературы областной библиотеки за добрую мысль организовать публичные чтения, которые предлагается назвать - научные почвоведческие чтения.

«Сегодня я буду беседовать с вами... Затрудняюсь назвать предмет нашей беседы - так он хорош. Я буду беседовать с вами о царе почв, о главном основном богатстве России, стоящем неизмеримо выше богатств Урала, Кавказа, богатств Сибири, - все это ничто в сравнении с ним; нет тех цифр, какими можно было бы оценить силу и мощь царя почв, нашего *русского чернозема*, он был, есть и будет кормильцем России», так говорил Василий Васильевич Докучаев сто лет тому назад, летом в июне 1900 года, читая пятую лекцию о почвоведении Полтавскому губернскому земству.

Для выяснения вопроса, что такое почва, В. В. Докучаеву потребовалось создать почвоведение, науку, по его словам, «...исключительно родную, русскую». В этой характеристике новой науки отразилась гордость русского интеллекта, русского гения за создание почвоведения. Кроме того, здесь попутно обосновывается положение, что этому способствовала русская земля в целом, особенности русской природы, объектов исследования В. В. Докучаева.

По определению В. В. Докучаева - «почвы должны представиться в следующем окончательном виде: почва есть

функция (результат) от материнской породы (грунта), климата и организмов, помноженное на время».

Становление почвоведения как особой самостоятельной отрасли естествознания, был научным подвигом В. В. Докучаева, позволившим разрешить глубокие противоречия в изучении почв, давшим развитие целостного динамического подхода к рассмотрению природы во всех ее связях и взаимодействиях, где почва выступает зеркалом и душой природного комплекса (Добровольский, 1990).

### *Историческое почвоведение.*

Накопление эмпирических знаний о почве имеет длительную историю, уходящую своими корнями к первым земным цивилизациям, где почву рассматривали как одно из базисных начал, как одно из непременных условий бытия и жизни природы и общества, полагая, что из почвы «все возникло» и в нее «все обратится в конце концов» (Крупенников, 1981).

В начале четвертичного периода (до 3, 5 млн. лет назад), как утверждают климатологи, произошло резкое похолодание климата, тропические леса значительно уменьшились и предок человека - австралопитек был вытеснен в саванну человекообразными обезьянами. Чтобы не погибнуть в новой опасной экологической нише — саванне, предок человека встал на задние лапы, научился использовать искусственные орудия, а, изобретя каменный топор, он превратился из мирного вегетарианца в агрессивного хищника. Мозг и рождающийся разум стали главными гаранциями гомеостаза этого вида, а, следовательно, и его развития (Моисеев, 1998). Последняя глобальная эволюционная перестройка совершилась накануне писаной истории и получила название неолитической революции, произошедшей 10 тысяч лет назад. Произошедшие изменения были вызваны внутренними причинами, в отличие от палеолита, когда человек усовершенствовал орудия и создал метательное

оружие, он быстро извел крупных копытных, стал монополистом в своей экологической нише, а значит в ходе эволюции должен был либо погибнуть, либо найти другую нишу. Выход был найден совершенно неожиданный - *человечество изобрело земледелие* (Моисеев, 1998).

До изобретения земледелия человек был полностью включен в биоту, участвуя в естественном круговороте вещества, начав заниматься земледелием, он приступил к формированию искусственного кругооборота веществ, так называемую вторую природу.

Земледелие и его базисная составляющая-почва и почвенный покров, спасли человечество как естественный вид от катастрофической перестройки развития рода *Homo Sapiens*.

Теперь, т.е. в настоящее время, важно, чтобы неизбежно растущие потребности человека не превзошли возможностей беднеющей планеты, как в сфере производства пищи, так и любых других жизнеобеспечивающих ресурсах, иначе человечеству для спасения нужно будет изобретать новое, другое земледелие.

### *Современное почвоведение.*

Развитие современного почвоведения необходимо, наверное, считать с В. В. Докучаева, со времени создания им генетического почвоведения. Всем известны достижения генетического почвоведения, можно их не перечислять, так как журнал "Почвоведение" за 1999 год повторяет публикации фундаментальных работ почвоведов докучаевской школы.

Нынешний этап жизни современного почвоведения, на фоне общего прогрессивного развития, стало постепенно допускать ослабление связей с некоторыми родственными науками, что породило ряд проблем и дискуссионных вопросов в деле изучения роли почв и ее функций в биогеоценозах (экосистемах), этих первичных структурных единицах биосферы, выполняющих на нашей планете функцию создания физических

и биогеоценотических основ устойчивости жизни (Ковда, 1973; Добровольский и др., 1990; Горшков, 1995).

Ослабление связей с родственными науками не могло не сказаться на ряде фундаментальных проблем почвоведения - химических, минеральных и, конечно, экологических.

Сложность разработки проблемы экологических функций почв обусловлена развитием самой экологии и трудным, противоречивым внедрением идей и подходов экологии в смежные науки вообще, и в почвоведение, в частности. Хотя в почвоведении широко используется словосочетание "взаимодействие факторов почвообразования (в последнее время экологических) и почвы", но их взаимодействие, взаимовлияние долгие годы специально не исследовалось. Взаимодействие, предполагающее обязательное наличие прямой и обратной связи, изучалось лишь с одной стороны, - со стороны влияния факторов почвообразования (климата, материнской породы, биоты и др.) на почву. Обратное, ответное действие самой почвы на всю совокупность факторов природной среды сколь-нибудь комплексно не исследовалось, кроме, может быть, влияния почв на жизнь растений (Добровольский и др. 1990). Имея значительные и глубокие корни в решении практических потребностей человеческого общества - это производство продуктов питания, одежды, строительство жилья и прочее, а с недавнего времени и охрана природы от загрязнений, почвоведение, в отличие от многих других наук, утратило возможность свободного развития по пути исследования предмета своей науки и приобретения новых теоретических знаний. Все это привело к тому, что на пороге третьего тысячелетия в мире отмечается резкое снижение интереса к почвоведению и его роли в решении задач жизнеобеспечения растущего населения. Это определяет поиск новых критериев полезностей почв, их плодородия и путей развития почвоведения, которые сливаются с экологией, с географией или экономикой. Сужение поиска путей развития почвоведения ведет к утрате им статуса фундаментальной самостоятельной науки естествознания.

Президент Международного общества почвоведов А. Руэллан (Франция) о ситуации в почвоведении говорил на втором съезде почвоведов России в 1996 г. так: "А есть ли сейчас собственно почвоведы? А нужны ли они? Существует ли почвоведение как самостоятельная наука или мы просто занимаем место, которое могло бы быть заполнено геологами, географами, экологами, химиками, физиками, агрономами и другими специалистами? Специалистами, которым было бы очень интересно работать с почвой, как с материалом, но которые не были бы заинтересованы в глобальном представлении почвенного покрова и даже не осознавали бы важности вопроса о том, что же представляет собой почвенный покров? "

Причины тягостного положения почвоведения, А. Руэллан видит в том, что почвоведы сами плохо знают почву как природное тело, как почвенное тело, которое есть самостоятельный объект природы, или по В. В. Докучаеву, "естественно-историческое тело природы".

Почва, почвенная среда является для широкой общественности наименее известной среди других природных сред. Непопулярность почвоведения в определенной степени связана с тем, что оно выступает в роли "терра инкогнито", а саму почву в реальном измерении мы не видим в повседневной жизни. В сознании большинства людей взгляд в глубину почвы, к сожалению, ассоциируется, скорее, со смертью и похоронами, чем с жизнью, которую на самом деле дарует нам это тело природы. (Руэллан, 1997).

Почвоведение долго находилось в атмосфере "докучаевского комфорта", который как бы ограждал почвоведов от противоречий в своем мировоззрении познания природы. Гипертрофированное внимание почвоведов к почвенному разрезу, отражающему возникновение почвы, а не к процессам ее дыхания, формирования поверхностных вод, выщелачиванию, отложению осадков и другое, явилось причиной, по которой почва, как считает Г. А. Заварзин, вообще исключается из анализа глобальных геосферно-биосферных программ последнего

времени.

С геосферно-биосферных позиций внедряется новая парадигма знания, предполагающая смещение интереса от генетического почвоведения к актуальным процессам, происходящим в "геодерме" как области контакта атмосферы, поверхностных вод с литосферой Земли (Заварзин, 1998).

### *Учение о почвенном покрове.*

Концепцию учения о почвенном покрове можно сформулировать, исходя из дискретности генезиса природных почвенных тел, совокупность которых и образует почвенный континуум-непрерывность, обладающий статусом устойчивости, так как "природа не делает скачков" (Лейбниц), если она в своем функционировании опирается на систему обладающую пространственно-временными характеристиками, которые, в данном случае, присущи сфере почвенного покрова.

Концепцию континуума успешно развивает фитоценология, где она стала методологической основой широкого междисциплинарного комплекса - "Науки о растительности" (Миркин и др., 1999).

Попытки обнаружить идею использования почвенного континуума, континуальные свойства почвенного покрова, в почвоведении оказались безуспешными, и мне пришлось только ограничиться выше названным упоминанием почвенного континуума.

Созидательная функция природы проявляется в образовании почвы, когда исходный материал и энергия отдельных факторов и условий почвообразования не пропадают бесследно, а становятся особой частицей в новом царстве природы - почвенном покрове. Почвенный покров - это нечто единое, но разнообразное, не сумма частей (отдельных почв) внутри определенного пространства, а иерархическое единство почв, которое обеспечивает устойчивость существования жизни.

Двигателем образования почвосфера - почвенного

покрова являются взаимодействующие поверхностно-планетарные оболочки: атмосфера, гидросфера, литосфера и биота (Таргульян, 1991).

### *Почвоведение и сельское хозяйство.*

Сельское хозяйство является самым большим пользователем почвенных ресурсов. По мощности своего воздействия на почвы - это самый сильный ее агропреобразователь. Поэтому в последней классификации почв России, агропреобразующей роли сельского хозяйства придан очень высокий генетический статус-типовой уровень различий почв. Например, есть два типа - дерново-подзолистые и агродерново-подзолистые почвы, точно также выделяются и другие почвы. Этим признается и подчеркивается мощное воздействие на почвы и почвенный покров, прежде всего земледелия, а из его приемов – это, конечно, пахота, воздействие плугом и другими почвообрабатывающими орудиями. Пахотные угодья, например, Брянской области занимают 38,3% всей территории области и 53,4% всех ее сельскохозяйственных земель. Как эти воздействия на "геодерму", т.е. почвенный покров области с позиций почвоведения можно трактовать и оценивать? Вопрос остается открытым. Чтобы роль почвоведения в развитии сельского хозяйства стала определяющей и общепризнанной, многое еще должно быть сделано, как это сделано в развитии биологии растений, сельскохозяйственной техники, применении удобрений, изучении вредителей растений и борьбы с ними. Почвоведению необходимо установить и обосновать пороги использования почвенного покрова под различные виды угодий, опираясь при этом на общие пропорции В. В. Докучаева между пашней, лугом, водоемами, лесом и другими угодьями.

Сельское хозяйство России вообще оказалось "беспочвенным", почвенные партии Гипроземов вот уже на протяжении более 10 лет не функционируют, информация о состоянии почвенного покрова не обновляется. Агрохимическая

служба страны, которая что-то еще делает, но опять на "беспочвенной" основе, т.е. без почвы дается агрохимическая характеристика, а приводится просто по земельным выделам - только севооборотам, хозяйству, что вообще не допустимо.

### *Плодородие - феноменальное свойство почв.*

"Жизненные силы" почвенного плодородия проявляются во всех природных и общественных процессах биосфера Земли.

Почвоведение, агрохимия, физиология растений и другие науки сделали очень многое в понимании почвенного плодородия, но обобщающего взгляда, полного определения этого феноменального свойства почв еще не сделано. Хотя еще в начале XX века В. И. Вернадский поставил вопрос об изучении почвенного плодородия как планетарного явления.

Несмотря на то, что жизнь человека с момента зарождения во многом зависела и зависит от почвенного плодородия и методов его регулирования, изучаться оно стало значительно позже других свойств объектов природы. Наверное, потому, как отмечал Ярилов, что, чем ближе к человеку стоит та или иная область предметов или явлений внешнего мира, тем позже она становится достоянием научной мысли, так произошло с изучением почв вообще, и с их плодородием в частности. (Никитин, 1999).

Наиболее глубоко и полно понятие плодородия раскрыто К. Марксом в 70 годах прошлого века. Он отдельно описал шесть видов плодородия земли: естественное, искусственное, эффективное, экономическое, относительное (дифференциальное) и абсолютное плодородие.

По происхождению факторов плодородия почв можно выделить три его типа - это естественное (природное), искусственное (антропогенное) и естественно-искусственное (смешанное). (Никитин, 1999).

## *Почвенные фундаментальные исследования.*

Почвоведение как фундаментальная наука естествознания должна развивать самостоятельные, независимые от других наук и от возможных практических результатов, свои исследования. Сейчас существует опасность со стороны отдельных наук, которые пытаются заменить почвоведение. Так, например, экологические функции почв и почвенного покрова - это может сделать экология; роль почв и почвенного покрова в экосистеме установит ландшафтovedение; провести оценку почв лучше смогут экономисты и т.д.

Предмет изучения почвоведения размывается, сами почвоведы отдают предпочтение изучению не почв, как естественных тел природы, четко обособленных и определенных, а их функций в биосфере и экосистемах, забывая при этом, что *почвенный покров и процессы, происходящие в нем, специфичны, свойственны только ему, а не экосистеме как целому*. Следовательно, фундаментальными исследованиями в области почвоведения следует считать исследования, направленные на изучение, измерение, понимание свойств природного тела - Почвы. В тоже время, необходимо отметить, что если почвоведение хочет сохраниться как самостоятельная наука, то оно должно сформулировать некий общий взгляд на почву, который бы использовался всеми науками и учеными, в независимости от их специализаций. Общий взгляд на почву (несколько почвоведов у почвенного разреза, редко достигают единого мнения) должен быть единым для физиков, химиков, математиков, биологов для всех ученых, занимающихся изучением почв, все они должны иметь одинаковый минимальный объем знаний о почве как природном теле. Дефицит знаний о почве и почвенном покрове все еще огромен, что, безусловно, отрицательно сказывается на доверии к почвенной науке. (Руэллан, 1997).

## *Почвенный покров и радиация.*

Радиоактивное загрязнение по своим последствиям после аварии на Чернобыльской АЭС носит катастрофический характер. И на больших площадях и с высокой плотностью загрязнение распространено на территории Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей. На загрязненной территории проживает более 1,5 миллиона человек.

Большое количество  $^{137}\text{Cs}$ , по нашим расчетам 203 тысячи кюри, выпало на территории выше названных областей России, из них более 71% приходится на территорию Брянской области.

Почвенный покров, являясь планетарным приемником антропогенных загрязнителей, принял на себя и удар радиационной стихии. Почвенный покров всей Брянской области "обогатился"  $^{137}\text{Cs}$  в среднем в 102 раза, территория семи юго-западных районов области - 320 раз; территория Новозыбковского района - 520 раз; территория отдельного хозяйства (кз "Комсомолец" Новозыбковского района) - 1045 раз; отдельное поле севооборота - 2225 раз.

Почвенный покров участвует в преодолении сельскохозяйственных последствий радиоактивного загрязнения, расходуя на это самое ценное, чем он обладает - это плодородие почв. Вот почему самые тяжелые последствия чернобыльской радиации наблюдаются в сельском хозяйстве Брянской области, где при всех прочих равных обстоятельствах, почвенный покров обладает низким естественным плодородием, а значит здесь нужна помочь путем повышения искусственного плодородия почв (внесения калийных и фосфорных удобрений, проведение известкования, пополнение запасов органического вещества и др.).

Почвенный покров, находясь на пересечении миграционных путей химических элементов, выступает основным депонентом, нейтрализатором и чутким индикатором радиоактивных загрязнений.

Почвенно-агрохимическая концепция преодоления

последствий радиоактивного загрязнения базируется на том, что почвенный покров может справиться с данной проблемой, если сможет "переработать" радионуклиды, переводя их в более глубокие горизонты почвенного профиля, снизит их биологическую активность при переходе по трофическим цепям. Следует создавать такие почвенные условия, которые способствовали бы активному протеканию в ней всех форм жизни. Необходимо делать все, чтобы почвенный покров постоянно выполнял функцию замкнутости круговорота биогенных веществ в почвенном профиле, выводя из него радионуклиды и другие опасные загрязнители, и тем самым создавал условия стабильности жизни. Местность только тогда будет экологически безопасной для человека, когда почва "усвоит, перераспределит и направит" радионуклиды по своим почвенным каналам. Не решив общих проблем реабилитации почвенного покрова, можно увязнуть в частных вопросах системы "почва - экология - человек".

### *Проблема информации в почвоведении.*

Недооценка почвоведения в науке и обществе, при всех недостатках в работе почвоведов, связана в первую очередь с огромным дефицитом информации о почве в обществе, о ее фундаментальной роли в природе, в стабильности функционирования биосферы и устойчивости жизни на планете вообще, и человека в частности.

В 1999 году исполнилось 100 лет со дня создания журнала "Почвоведение" (библиотека тоже забыла дату...?). Хороший теоретический, фундаментальный журнал, но он ориентирован на западного научного читателя, он страшно дорог, но зато полностью переводится на английский язык. Американский почвовед, например, в курсе всех работ, всех новшеств нашего почвоведения, а я, почему не читаю американский журнал? Мне говорят: «учи английский язык и читай на здоровье». Наши ученые почвоведы совершенно не пишут в журнал "Вопросы

философии", очень редко появляются в журналах "Природа" и "Наука и жизнь", которые ориентированы на подготовленного массового читателя и т.д. Журнал "Почвоведение" очень мало печатает крупных обобщений, которые находили бы повторяющие свойства явления, на основании которых устанавливались бы закономерности, наблюдаемые во многих регионах при различных условиях, а почвенно-философских обобщений по-моему и вовсе нет в журнале. А кого и что цитируют наши ученые почвоведы? Только, за немногим исключением, самих себя, не выходя решительно за пределы своей науки... Очень жаль! Мало цитируют почвоведов ученые других отраслей знания, даже, наверное, вообще не цитируют. А ведь существовать в науке - значит быть цитируемым, вовлеченным в круговорот идей наших современников. Это важно для почвоведения как науки в целом, так и для отдельно взятого ученого.

### *Почвоведение и образование.*

Чтобы положение науки было прочным, необходимо, чтобы эта наука была открыта, доступна для всех заинтересованных лиц, для всех, кто может быть вовлечен в исследования. В этом плане большая роль и ответственность ложится на плечи преподавателей всех уровней, начиная как со школьного образования, так и преподавателей высшего эшелона - воспитателей нового поколения ученых - почвоведов, да и не только их.

### *Заключение.*

Мне остается только поблагодарить моих слушателей, всех вас, за терпение, за то, что выслушали меня. Извините меня за то, что в лекции я отдал предпочтение нерешенным, проблемным вопросам почвоведения и не отразил его успехи, а они, безусловно есть. Потому как не велики могут быть наши

знания, незнание всегда больше, поэтому я старался указать пути как его уменьшить. Забывать об этом не следует, ставить и обсуждать проблемы получения нового знания необходимо, уповать только на очередной технологический прорыв в исследовании нельзя. Прорыв знаний может произойти только благодаря гению ученого, как это сделал на пороге XX века - гений В. В. Докучаева.

## **Литература.**

**Воробьев Г. Т.** Агрохимические основы реабилитации почв Центра Русской равнины, загрязненных радионуклидами: Дис. в виде науч. докл. на соиск. учен. степени докт. с-х наук.- М., 1999.

**Горшков В. Г.** Физические и биологические основы устойчивости жизни. М., 1995.

**Докучаев В. В.** Лекции о почвоведении: // Избр. соч.- М.: Сельхозгиз, 1954. – 708 с.

**Добровольский В. Г., Никитин Е. Д.** Функции почв в биосфере и экосистемах.- М.: "Наука", 1990.

**Заворзин Г. А.** Взаимодействие геосферы и биосферы. Сб. Экология и почва. Пущино, 1998.

**Классификация почв России.**- М., 1997.

**Ковда В. А.** Основы учения о почвах. - М.: Наука, 1973.

**Крупенников А. А.** История почвоведения.- М.: Наука, 1981.

**Маркс К.** Капитал: В 4т.- Т.3.- М.: Изд. полит. лит-ры, 1975.

**Ретеюм А. Ю.** Земные миры. - М.: Мысль, 1988.

**Таргульян В. О.** Поверхностно-планетарные оболочки: место и роль педосферы. Глобальная география почв и факторы почвообразования.- М., 1991.

**Ярилов А. А.** Педология Ч. 1. - Юрьев, 1904.

**Арнольд Р.** Спасибо, Докучаев! // Почвоведение. - 1997.- №4.

**Миркин Б. М., Наумова Л. Г.** История и современное состояние концепции континуума в растительности. // Успехи современной биологии. - 1999. - Т.119, №4.

**Рузлан А.** О научных основах почвоведения // Почвоведение. - 1997.- №4.

**Моисеев Н. Н.** Логика динамических систем и развитие природы и общества. // Вопросы философии.- 1998. - №6.

**Никитин Б. А.** Плодородие биосферы и почв //Агрохимия,

№8.

Руэллан А. О научных основах почвоведения //  
Почвоведение. - 1997.- №4.

Эхо в прессе

**А. Т. Нестик**, экологический обозреватель газеты «Брянский рабочий»

Бал. Есть? И будет??

или

Размышление у «зеркала общества».  
**(в сокращении)**

«Милостивые государи и милостивые государыни! Сегодня я буду беседовать с вами... Затрудняюсь назвать предмет нашей беседы – так он хорош...» Этими словами начиналась одна из просветительских лекций, которые приехал прочитать в Полтаве по приглашению тамошнего общества сельских хозяев петербургский профессор Василий Васильевич Докучаев...

Минуло 99 лет и 6 месяцев. Высох в мукию под стеклянным саркофагом монолитный куб живого русского чернозема, доставленный Докучаевым в Париж на всемирную выставку и признанный затем мировым эталоном природного плодородия почв. Заменить его, как теперь оказалось, уже нечем... Не Россия покоряет мир золотой пшеницей высшей пробы, а сама принимает гуманитарный суррогат, расплачиваясь за него золотым запасом, влезая в долги... И лекция, что прозвучала в Брянске, вдалеке от обессиленных черноземов, хоть и начиналась так же, как докучаевская, имела не только иное продолжение, но и предмет ее был ох как нехорош...

- Милостивые государи и милостивые государыни! Прежде всего, считаю нравственным и приятным долгом поблагодарить и поздравить Брянскую областную библиотеку им. Ф. И. Тютчева, в первую очередь ее директора Светлану Степановну Дедюлю и специалистов сельскохозяйственного отдела библиотеки, за добрую мысль организовать публичные чтения, которые предлагается назвать Научными почвоведческими чтениями...

Дотошно изучив почвенный покров Брянщины и написавший о происхождении, свойствах и распространении почти четырехсот (!) разновидностей наших почв монографию, Григорий Тихонович Воробьев не то чтобы имел больше иных право (хотя имел, конечно) на первенство в таком начинании.

Он со своими сотрудниками центра «Брянскагрохимрадиология» оказался волею судеб ближе других, кто мог расслышать зов о помощи – и самого этого «живого тела природы», и науки о нем. Устоят ли, балансируя на грани смерти и жизни? Естественна поэтому и тема первых чтений: «Почвенный покров и устойчивость жизни». И хотя век минул со временем итоговых докучаевских чтений, а также 100-летие исполнилось в нынешнем году журналу «Почвоведение», ни «лектор», ни областная научная библиотека, постоянный подписчик всемирно известного издания, о юбилее не подумали. Размышляя о сем феномене, объяснение имею одно: Григорий Тихонович давно ощущал потребность, как говорится, предать публичной огласке расслышанное. Да и писал об этом. Но замыслом об открытии именно таких чтений он поделился лишь после защиты докторской диссертации. Писать, печатать – одно. Чтения же предполагают живой обмен мнениями, не исключая споров, поиска выхода. Научное признание словно бы и подвигло, и силы вдохнуло...

Исследуя здоровье почв, состояние отечественного (брянского – в частности) земледелия и положение в любимой науке, «молодой доктор» пришел к нескольким выводам. Обсуждение их участниками чтений (а ими были не одни почвоведы, но «единоверцы-почвенники» - известные плодовод и ландшафтолог, геоморфолог и ученый-люпиновед, лесовод и художник, землеустроитель и ученый агроном...) дорисовало картину.

Человечество – перед очередным выбором... Растущие не по дням потребности всеядного человека и отходы деятельности стали превосходить всякие возможности беднеющей и загрязняемой планеты...

- Вы скажите, - негодовал доктор сельхознаук Александр Иванович Астахов, - что можно противопоставить наплыву продукции западной цивилизации? Антирекламу только? Раньше бумажная упаковка товаров, попадая в почву, ею усваивалась. Так же, как и металлические предметы обихода – те же лезвия в станочке долговременного пользования. Теперь же одноразовыми пластиковыми баллонами, стаканчиками, тарелочками, трубочками, станочками для бритья усеиваются поля, сады и рощи...

Перечень неистребимых загрязнителей, а шире – небезопасных продуктов потребительского общества, можно продолжать долго. В историческом масштабе, в новом тысячелетии или даже в ближайшие десятилетия нового века что-то, конечно, должно измениться так же круто, как и с изобретением «второй», искусственной природы. Но больно-то не человечеству на дыбе веков, а конкретному человеку ежечасно сегодня. И поиск выхода политиками и экономистами, юристами и учеными, людьми материальной и духовной сфер бытия не может откладываться.

Связывая себя международными обязательствами о непрепятствовании свободе торговли, разве мы не вправе при этом ставить вопрос об экологических качествах упаковки импортных товаров с учетом еще продолжительной нашей неготовности к ее безопасной утилизации? Разве не должны, если не федеральным, то региональным законодательством ограничить эту пластиковую агрессию в природную среду? Да и только ли пластиковую, и только ли зарубежную? В Белых Берегах уже несколько лет бездействует одна из трех в стране линий по производству экологически безопасной упаковочной бумаги – спроса нет, нарасхват идет источник диоксинового загрязнения среды, упаковочная полихлорвиниловая пленка.

Знамением неотвратимости впереди кругого поворота стало вообще расточительное и истощительное землепользование. И это при таком изобилии, избытке даже, научного обоснования

отечественным почвоведением оптимальных приемов работы с землей как с кормилицей.

Почва, по докучаевскому определению, зеркало ландшафта, становится, - заметил на чтениях проректор БГПУ по науке Геннадий Викторович Бастраков, геоморфолог по специальности, почвовед-эколог по призванию, зеркалом общества.

К слову, западные ученые определяют русское почвоведение именно как экологическое. И это понятно. Когда за рубежом еще преобладали грубый прагматизм во взгляде на почву (и тогда ее делили на жирную пшеничную и холодную овсянную), либо формализм (и тогда – по имени-отчеству подстилающей горной породы: гнейсовая или порfirная!), в России, с Болотова еще, Докучаевым и Костычевым в основу науки закладывалось отношение к почве, как некоей природной силе. И было прямое докучаевское напутствие современникам и потомкам не следовать «немецким указкам и учебникам, составленным для иной природы, для иных людей и для иного общественного и экономического строя».

Спроста ли почвоведение, как наука о живом теле природы, трудно и долго рождаемом материнской горной породой при родовспоможении климатом и живыми организмами, само родилось и на ноги встало на русской почве?...

На становлении отечественного почвоведения сказался тысячелетний опыт земледелия на вольных пространствах Русской равнины – с обожествлением, но и глубоким постижением явлений ее природы. И признавалось уже в прошлом веке: что хорошо для Англии или Германии, может лишь частично быть полезным в России, но что хорошо для России в целом, то пригодится и там...

К сожалению, нового в фундаментальных знаниях о почве, в углублении именно «русского почвоведения» у нас появляется все меньше. Слишком долго находилось оно в атмосфере «докучаевского комфорта». Основоположниками изучены факторы почвообразования, но остается неисследованным в комплексе, особенно актуальное сегодня – ответное действие

почвы на всю совокупность воздействия на нее (на Брянщине – и радиации). Диалог, о котором заботился Павел Андреевич Костычев, может, еще идет как-то, особенно в растениеводстве: задал почве вопрос – получил ответ. В виде урожая. Или неурожая. Но это же, как с тем черным ящиком в системотехнике, когда из-за сложности процесса не столь важно, как рождается ответ, лишь бы он был надежно взятым. А в диалоге с живым, чтобы не придушить его ненароком, не отравить, не утомить, не задергать до бесчувствия, важно знать, как и чем живое дышит, как пульсируют по артериям-венам, по железам почвенные воды, идут перераспределение солнечной энергии, обмен веществ. И обмен информацией: ведь пусть не одарена почвосфера способностями к высшей нервной деятельности, но как-то же обеспечивается ею гомеостаз – та самая устойчивость биологической системы, что не может совсем уж обойтись и без нервной регуляции!...

Все ходим по грешной земле. «Зеркало общества» - почвенный покров – не является ли всеобщим и чувствительнейшим приемником- передатчиком информации обо всем, что происходит с ландшафтом, с растительным и животным миром, включая человека, и что он с ними (не исключая себя) делает? Одновременно банк самой правдивой информации и сейсмограф неблагополучия. Вообразите только: на каждом квадратном микроне земной поверхности работают десятки невидимых организмов, и каждая (!) клетка их перерабатывает потоки информации об окружающей среде в количестве, сравнимом с потоками информации в современных персональных компьютерах. О высших организмах и говорить нечего. Все великое это множество и биоразнообразие кончается там, где умирает почва, превращаясь в породу.

Где тот порог, переступить который не позволено? А ощущь, без всеведения о том, как обеспечивается устойчивость почвосферы, его не установить. В сугубо практическом плане – не установить пороги использования почв под определенные угодья. Их, научно обоснованных, оказывается, нет пока. А время

«интуитивного земледелия», в котором сильны были славяне-пращуры, прошло...

Всеведение означает обобщение разрозненных знаний. Прекратилось философское осмысление накапливаемых почвоведением факторов. Наука о растительных сообществах, например, успешно развивает концепцию такого феноменального, присущего природным системам, явления, как континуум – устойчивость и непрерывность при разнообразии. Но «оказались безуспешными, - признал сокрушенno лектор, - попытки обнаружить какие-либо исследования этого явления применительно к почвенному покрову...»

Зато, и это опаснее всего, налицо стремление расчленить само почвоведение, как цельную науку, размыть, заменить этот общий фундамент спецнауками, разрозненно изучающими отдельные – физические, химические и иные прочие свойства почв...

О каком «всеведении» речь?! Лет десять уже, как в Брянском отделении «Центргипрозема», сообщил его сотрудник Юрий Павлович Морозов, к изумлению специалистов, понимающих, что это значит, прекращена работа почвенных партий. За невостребованностью. И, значит, все эти годы «перестройки» не обновляется вообще информация о состоянии почвенного покрова области.

Высококвалифицированные «десифровщики» этой информации переключены были на... обмеры угодий – ввиду приближающегося часа, когда и земля, как прежде предприятия, будет выставлена на торги. И только самое последнее время спохватились, что и для продажи ведь кроме размеров может иметь цену также качество товара. Картинка – всероссийская...

Можно, конечно, переступив пороги, погубив живую почву, отречься и от веры в ее природную силу – перейти к земледелию на основе достижений химии, физики, генной инженерии. Можно даже перейти к управляемому плодородию искусственных почв на манер гидропоники с ее питательным раствором, циркулирующим в стерильно мертвый породе. И хоть известно,

что ухе с дымком костра не ровня суп на газу и даже натуральные, но тепличные овощи не могут соперничать с выращенными на вольной природе под солнцем, остановит ли это обезъянье следование «немецким указкам и учебникам», от которого так предостерегал Докучаев?

Что? Нереален такой разворот для обессиленной России? Но не будем забывать о блуждающем по Европам-Америкам призраке откаченной – из России же! – силы, сконденсированной в многомиллиардные валютные капиталы. Каким будет образ хозяйствования их владельцев в «этой стране»: с упором на сохранение природной силы почв и коренного народа или с насиливием их под компьютерным присмотром? Что там за поворотом? – ответь нам, «зеркало общества»...

- Знаете, - поделился впечатлением от почвоведческих чтений брянский художник с кистью философа Владимир Сергеевич Мурашко, - я вздрогивал от аналогий. Идет агрессия в духовную среду славян... По роду, по характеру, по привязанности к родной земле я русский, славянин, я изначально почвенник. Наверное же, не на пустом месте рождаются природные черты народа (он не знал, что к этому же на склоне лет пришел и Докучаев в своем учении о природном зонировании. – А. Н.)... Искоренение духовности, все то, что хлынуло на Россию, буквально с временной синхронностью, по количеству и, по сути, повторяет происходящее с почвой, всей нашей землей.

Что за поворотом? Молчит, милостивые государи и милостивые государыни, чудесное зеркало, неразгаданное. Не отражающее, а принимающее на себя грехи наши с нашей же пока безропотностью.

«Брянский рабочий», 18 декабря 1998 г.

**С. М. Пакшина**, доктор биологических наук, профессор,  
академик РАЕН

Долгосрочный прогноз содержания  
радионуклидов в почве и в  
сельскохозяйственной продукции.

Для прогноза засоления почв, грунтов и грунтовых вод, описания миграции питательных элементов и радионуклидов в почвах и грунтах используются эмпирические и полуэмпирические модели. Широкое распространение получило уравнение конвективной диффузии, которое было предложено Н. Н. Веригиным [3] Уравнение конвективной диффузии имеет следующий вид:

$$m_a \frac{\partial C}{\partial t} = D^* \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} - v \frac{\partial C}{\partial y}, \quad (1)$$

где  $m_a$  - активная пористость почвы,  $t$ - время,  $y$ -расстояние по пути движения раствора,  $C$  - концентрация ионов в почвенном растворе,  $D^*$  -коэффициент конвективной диффузии, равный  $D^* = D + D_c$ . Здесь  $D$  - коэффициент молекулярной диффузии,  $D_c$  - коэффициент дисперсии скоростей фильтрационного потока, который является эмпирическим. В зависимости от объекта исследования к (1) добавляется член  $\partial N / \partial t$ , где  $N$  - содержание солей в форме кристаллов или содержание адсорбированных ионов в почвенном поглощающем комплексе (ППК).

Для определения  $D^*$  организуются полевые экспериментальные исследования или лабораторные опыты на монолитах почвы. Численное значение коэффициента  $D^*$  находится из решения уравнения (1) при определенных начальных и граничных условиях.

Определив значение  $D^*$  в одной точке исследуемого объекта, проводится прогноз содержания ионов для всей площади объекта. Постановка специальных опытов по определению эмпирического коэффициента  $D^*$  из-за большой пестроты почв даже в пределах одного хозяйства представляет трудновыполнимую задачу.

Б. В. Дерягин (1969) предложил другой путь решения проблемы, который был сформулирован в работе [5]. В этой работе отмечалось, что “.... При составлении выражений для потоков ионов необходимо принимать во внимание три механизма переноса ионов: диффузию, миграцию в электрическом поле и конвективный перенос. Кроме того, в общем случае, наряду с объемными потоками необходимо учитывать и перенос по сечению двойного слоя. Однако мы ограничили общность рассмотрения условием малости толщины двойного слоя по сравнению с диаметром пор. Кроме того, мы рассматривали только случай низких значений  $\zeta$ . Очевидно, что при принятых ограничениях общности рассмотрения можно пренебречь потоками через слой по сравнению с объемными потоками” стр. 368. [5]. Здесь  $\zeta$  - электрохимический потенциал.

Учитывая исключительно важную роль поверхностных явлений в процессах, протекающих в профиле почвы, и высокий поверхностный потенциал, была сделана попытка учесть перенос ионов в двойном слое. Для этого в физической картине явлений переноса ионов в дисперсных телях, разработанной Б. В. Дерягиным, миграционный поток в объемной жидкости, который возникает под действием градиента электрического потенциала диффузионного происхождения, был заменен на миграционный поток ионов под действием градиента поверхностного потенциала.

Учитывая диффузию, конвекцию и миграцию ионов под действием поверхностного потенциала, было составлено следующее уравнение:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \Delta C + D \operatorname{div} C \operatorname{grad} \phi - \operatorname{div} (vC), \quad (2)$$

$$\text{где } \operatorname{div} C \operatorname{grad} \phi = \frac{\partial}{\partial x} C \frac{\partial \phi}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} C \frac{\partial \phi}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} C \frac{\partial \phi}{\partial z}, \quad (3)$$

$$\operatorname{div} (vC) = \frac{\partial}{\partial x} v_x C + \frac{\partial}{\partial y} v_y C + \frac{\partial}{\partial z} v_z C. \quad (4)$$

Здесь,  $\phi$ -безразмерный электростатический потенциал поверхности почвенных пор, равный  $\phi = \psi e z_1 / kT$ ,  $\psi$  - электростатический потенциал,  $v$ -скорость движения раствора.

Принимая, что капилляры почвы имеют плоскую поверхность, была исключена одна координата. Оставлены две координаты:  $x$  - направленная перпендикулярно поверхности почвенных пор,  $y$  - направленная вдоль движения раствора и проходящая через центр капилляра ( $x=0$ ).

В этом случае уравнение (2) принял следующий вид:

$$\begin{aligned} \frac{\partial C}{\partial t} = & D \left( \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) + D \frac{\partial}{\partial x} \left( C \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + D \frac{\partial}{\partial y} \left( C \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) - \\ & - \frac{\partial}{\partial y} (v C). \end{aligned} \quad (5)$$

Это уравнение включает диффузию ионов и миграцию в двух направлениях, а также движение жидкости в направлении  $y$ . Известно, что на больших расстояниях диффузия является очень медленным процессом. Чтобы иону, имеющему коэффициент диффузии в растворе, равный  $1 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{с}$ , преодолеть расстояние по оси  $y$  в 1 см, требуется более 8 мес.. Но для того, чтобы преодолеть расстояние в 10-100 мкм, которое равно среднему радиусу пор почвы, требуется 0,12-1,2 с.

Значение поверхностного потенциала ( $\phi$ ) разных почв колеблется в пределах 0,5-3,0. Поэтому можно принять, что при достаточно больших  $y$  значение  $\frac{\partial \phi}{\partial y}$  будет мало. Таким образом,

принимая, что  $\frac{\partial^2 C}{\partial y^2}$ , а также  $\frac{\partial \varphi}{\partial y}$  малы по сравнению с другими членами, уравнение (5) было приведено к следующему виду:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + D \frac{\partial}{\partial x} \left( C \frac{\partial \varphi}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} v C. \quad (6)$$

Первые два члена правой части уравнения (6) описывают доставку ионов к отрицательно заряженным стенкам пор и отвод их из ДЭС в объемную жидкость, третий член описывает перенос ионов с потоком раствора. Таким образом, была разработана принципиально иная физическая картина явлений переноса ионов в почвах, значительно отличающаяся от известных, построенных Б.В. Дерягиным [5] и Н.Н. Веригиным [3].

Уравнение (6) решалось для случая восходящего движения раствора солей от уровня грунтовых вод и нисходящего при промывке засоленной почвы. Для случая восходящего движения раствора солей по профилю почвы к уравнению (6) присоединялись следующие начальные и граничные условия. В начальный момент времени соли распределены по профилю почвы равномерно, так что при  $t=0$ ,  $y>0$ ,  $C(x, y)=C_1$ . На нижней границе почвенного профиля ( $y=0$ ), концентрация раствора сохраняется постоянной и близкой к насыщенной:  $C(x, 0)=C_0$ , так что  $C_0 >> C_1$ . На верхней границе капиллярной поймы сохраняется условие баланса веществ:  $\frac{\partial C}{\partial y}=S$ , при  $y=H$ , где  $H$  - высота капиллярного поднятия.

Для случая нисходящего движения раствора при промывке засоленной почвы уравнение (6) решалось при следующих граничных и начальных условиях. В начальный момент времени почвенный раствор имеет постоянную по всему профилю концентрацию:  $C(x, y)=C_0$ ,  $t=0$ ,  $0 \leq y \leq H$ , где  $H$  - толщина слоя почвы. На поверхности почвы ( $y=0$ ) с подачей воды концентрация почвенного раствора уменьшается до  $C_2$  и остается

постоянной:  $C(x, 0) = C_2$ ,  $t > 0$ . На нижней границе почвенного профиля ( $y=H$ ) соблюдается условие баланса солей:  $\frac{\partial c}{\partial t} = 0$  при  $t > 0$ .

Для нахождения распределения концентрации ионов и потенциала по координате  $x$  использовали уравнение Больцмана и Пуассона-Больцмана.

Сначала находили решение уравнения (6) для случая движения раствора соли вдоль оси  $y$  в стационарном варианте.

Получили следующее уравнение для восходящего и нисходящего движения раствора:

$$C_y = C_0 \exp(-\lambda y), \quad (7)$$

Здесь  $y$  – толщина слоя промачивания или иссушения почвы.

В нестационарном варианте решение задачи записывали так, чтобы при  $t \rightarrow +\infty$  оно переходило в решение стационарной задачи. Причем, при  $t \rightarrow +0$  должны выполняться начальные условия. В таком случае приближенное решение задачи (6) с заданными начальными и граничными условиями для достаточно больших значений  $t$  имеет вид:

$$C_t = C_0 \exp(-\lambda vt), \quad (8)$$

Чтобы найти значение  $\lambda$ , решение (7) подставлялось в уравнение (6), приняв, что  $\frac{\partial c}{\partial t} = 0$ . Затем, продифференцировав его, при  $x=r$  получили:

$$\lambda = D \sigma \phi_0 \sqrt{(Z_1 + Z_2)/2} / v r. \quad (9)$$

Произведение  $\phi_0 \sigma$  можно выразить через поверхностную плотность зарядов ( $\sigma$ ). Приближенное выражение для  $\sigma$  определяется известной из физики формулой:

$$\sigma = \Gamma / S = \epsilon \varphi_0 \alpha / 4\pi, \quad (10)$$

где  $\Gamma$  - емкость поглощения почвы, Кулон/кг,  $S$ - удельная поверхность почвы,  $\text{м}^2/\text{кг}$ . Тогда формула (9) примет следующий вид:

$$\lambda = \frac{4\pi\sigma D e Z_1}{\epsilon k T \nu r} \sqrt{(Z_1 + Z_2)/2} \quad (11)$$

Член  $eZ_1D/kT$  равен подвижности ионов. При  $eZ_1D/kT=0$  ион не передвигается в электростатическом поле. Этот случай наблюдается в порах с отрицательно заряженными стенками только для анионов, при условии, что двойные электростатические поля перекрыты. Капилляры, в которых двойные слои перекрыты, получили название тонких водных слоев. Тонкие водные слои служат барьером на пути движения анионов и прекращается дальнейшее передвижение анионов.

Уравнение (11) позволило теоретически обосновать существование в почвах нового, ранее неизвестного явления задержки анионов тонкими водными слоями.

Данное явление было подтверждено лабораторными опытами. В опытах исследовалось передвижение солей в области контакта двух слоев почвы с разной влажностью. Явление задержки солей было обнаружено при контакте насыщенной раствором соли почвы со слоем воздушно-сухой почвы.

На рис.1 приведены кривые распределения ионов Na, Ca, Cl и воды по высоте колонки при контакте насыщенной раствором NaCl почвы с воздушно-сухой почвой. Как видно из рис.1, концентрационный максимум Cl возникает при влажности почвы близкой к МГ, при которой влага находится в состоянии тонких водных слоев [9].

Позднее концентрационные максимумы солей были обнаружены в природных условиях: на плужной подошве, верхней границе капиллярной каймы, в иллювиальных уплотненных горизонтах.

На рис. 2 приведено распределение радионуклидов по профилю пылевато-песчаных подзолистых почв по данным Ю. А. Полякова (1965) [13]. Концентрационные максимумы радионуклидов расположились в иллювиальных горизонтах В и BC.

Формула (11) позволяет теоретически обосновать различия в миграционной подвижности разных солей. Если выразим коэффициент диффузии иона формулой Нерста-Эйнштейна ( $D=kT/6\pi\eta r$ ), то найдем, что различия в миграционной подвижности разных солей, передвигающихся по профилю одной и той же почвы, определяются следующим выражением:

$$K = Z_1 \sqrt{(Z_1 + Z_2)/2} / (r_1 + r_2), \quad (12)$$

где  $r_1$  и  $r_2$  - радиусы аниона и катиона соли, соответственно.

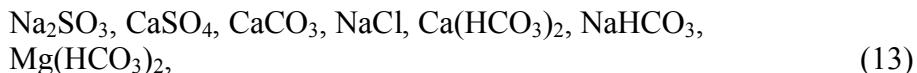
В таблице 1 приведена классификация солей по величине этого выражения, которое обозначено буквой K. При составлении таблицы использовались размеры радиусов ионов, относящиеся к разбавленным растворам солей, по данным работы [17].

При условии равенства отношения  $C/C_0$ , чем выше значение K, тем сильнее взаимодействие ионов с заряженной поверхностью почвенных пор, тем меньше миграционный путь.

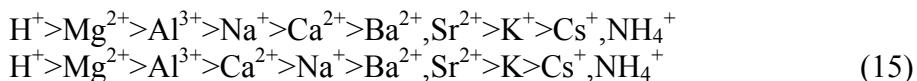
Согласно данным, приведенным в таблице 1, наибольшей миграционной подвижностью обладают бикарбонаты магния, натрия, кальция. Высокую подвижность имеют хлориды и нитраты натрия, калия и кальция. Пониженней подвижностью характеризуются сульфаты магния, кальция, натрия, сода. Фосфаты Ca, Na, K, NH<sub>4</sub> обладают самой низкой миграционной подвижностью из растворимых солей, находящихся в почвах в макроколичествах. Бикарбонаты, карбонаты, сульфаты, хлориды Sr, соединения Sr с органическими анионами обладают большей подвижностью, чем соответствующие соединения с Cs.

Классификация солей по величине отношения  $Z_1 \sqrt{(Z_1 + Z_2)/2} / (r_1 + r_2)$ , достаточно хорошо отражает реальную

картину дифференциации солей по профилю почвы. Например, в профиле солонца от уровня грунтовых вод до поверхности имеет место следующая последовательность в расположении зон аккумуляции разных солей:

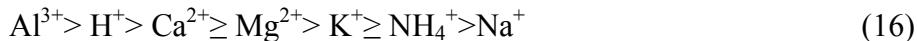


Формула (12) теоретически обосновывает сорбционную и задерживающую способности разных катионов и анионов. Для хлористых, бикарбонатных и сульфатных солей устанавливаются соответственно следующие последовательности катионов по возрастанию способности к обменному поглощению:



Эти последовательности разнятся лишь положением катионов Na и Ca, соли которых очень близки по величине K.

Ряды (15) отличаются от известного ряда катионов по сорбционной способности, составленного с учетом валентности и массы иона:



В этой последовательности ион H<sup>+</sup> поставлен после иона Al<sup>3+</sup> в виде исключения.

Ряды по величине коэффициента K объясняют высокую сорбционную способность ионов H<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup> и более достоверно отражают наблюдающуюся в природных условиях картину.

По величине задерживающей способности разные анионы, связанные с одним катионом, располагаются в следующий ряд:



Этот ряд отличается от известного лишь положением анионов  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  и  $\text{HPO}_4^{2-}$ , которые в известном поставлены рядом с  $\text{PO}_4^{3-}$ , что противоречит фактическим данным.

Формулы (7) и (8) по форме совпадают с зависимостями, полученными В. Р. Волобуевым (1965) на основе обобщения и анализа многочисленных данных экспериментально-полевых и лабораторных исследований по промывкам засоленных почв.

Первая зависимость связывает массу солей со временем в процессах засоления-рассоления почв и имеет следующий вид:

$$C = C_0 \exp(\pm \beta t), \quad (18)$$

где  $t$  - время, необходимое для изменения солесодержания в почве от начального значения  $C_0$  до значения  $C_t$ ,  $\beta$ -параметр, характеризующий условия протекания процессов. Знак + относится к процессу засоления, знак - относится к процессу рассоления. Вторая зависимость связывает массу солей с пространством, в котором протекает процесс рассоления почвы и имеет вид:

$$h = \mu \lg (C_h/C_1), \quad (19)$$

где  $h$  - толщина слоя почвы,  $C_h$  - начальное содержание солей в слое  $h$ ,  $C_1$ -остаточное содержание солей в слое 1,  $\mu$  - параметр, характеризующий фильтрационную способность почвы и степень дренированности территории. Третья зависимость, которая была получена из первой (18), связывает массу солей в почве с количеством профильтровавшейся воды через верхний метровый слой почвы ( $N$ ) и имеет следующий вид:

$$N = \alpha \lg (C_0/C_q), \quad (20)$$

где  $\alpha$  - параметр солеотдачи, характеризующий выщелачивающую эффективность промывной воды,  $C_0$ ,  $C_q$  - начальное

и допустимое содержание солей в однометровой толще почвогрунта соответственно [4].

Из уравнений (18) - (20) следует, что параметры  $\beta$ ,  $\mu$ ,  $\alpha$  представляют собой постоянные для конкретной почвы величины, поскольку содержание солей ( $C_0$ ,  $C_t$ ,  $C_h$ ,  $C_1$ ,  $C_q$ ) имеет конечное значение. Было установлено, что параметры  $\beta$ ,  $\mu$ ,  $\alpha$  зависят от гранулометрического состава, характера засоления, температуры почвы, скорости движения раствора.

Оставалось получить выражение для функциональной зависимости параметров  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\mu$  от водно-физических и физико-химических свойств почвы, то есть, представить эту связь в виде математической формулы.

Эта задача была решена теоретически, путем использования для описания процессов передвижения солей в почве модели (6). Сравнивая уравнения (7) и (8) с (18) - (20), находим:

$$\beta = \lambda v, \quad \mu = 1/\lambda, \quad \alpha = 2,3/\lambda. \quad (21)$$

Как видно из формул (11), и (21) параметры  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\mu$ , включают в себя только физические величины ( $e$ ,  $\varepsilon$ ,  $T$ ,  $\Gamma$ ,  $S$ ,  $D$ ,  $r$ ,  $v$ ,  $Z_1$ ,  $Z_2$ ), не зависят от концентрации солей на двух уровнях и могут быть определены независимо от модели (6), с помощью которой были расшифрованы.

Формула (11) раскрывает причинно-следственную связь явлений, выраженных зависимостями (7) и (8), которые приобретают характер закономерностей движения и распределения солей в почве.

Закономерности движения и распределения солей в почве заключаются в том, что с усилением электростатического взаимодействия ионов с заряженной поверхностью почвенных пор уменьшается миграционная подвижность ионов, которая проявляется в экспоненциальном характере изменения солесодержания в пространстве почвы и времени [10].

Константа уравнений (7) и (8) характеризует ионопроводность почвы. Таким образом, модель (6) позволила теоретически обосновать существование закономерностей движения и распределения солей в почве, которые были экспериментально подтверждены.

Закономерность движения солей в почве нашла применение при расчетах норм промывок засоленных почв и солончаков, составлении долгосрочных и текущих прогнозов засоления почв при орошении.

Во всех инструкциях по проектированию дренажа и промывок расчет нормы промывки предлагается определять по формуле (20). Параметр солеотдачи находится по данным опытно-производственных промывок. Постановка опытно-производственных промывок включает детальную солевую съемку до и после промывки, точный учет подачи воды в период промывки. Таким образом, определение параметра солеотдачи каждого конкретного поля хозяйства путем постановки опытно-производственных промывок на нем является практически неосуществимой задачей.

В. Р. Волобуевым (1975) составлена специальная таблица для подбора параметра солеотдачи по данным механического состава почв и характера засоления [4]. При составлении таблицы за эталон принималась почва с сульфатно-хлоридным типом засоления и содержанием Cl-иона, равным 25-35% от плотного остатка. Параметр солеотдачи почв с отличным типом засоления получался путем умножения эталонного значения на эмпирические коэффициенты.

Численный метод расчета  $\alpha$  по формуле (11) позволяет определять его значение для каждого конкретного поля, пользуясь банком данных водно-физических и физико-химических свойств почв. Дифференцированный подход к каждому полю хозяйства при промывке позволяет сберегать и рационально распределять водные ресурсы в орошающем земледелии. Для этого необходимо иметь карты полей по величине солеотдачи. На рис. 3 представлен фрагмент карты

полей по величине параметра солеотдачи, рассчитанной по формуле (11).

На орошаемых полях важно иметь текущую информацию о степени засоления. Аналитические способы определения солей дают запаздывающую информацию о степени засоления, причем, для получения необходимой информации требуется выполнение большого объема аналитических работ. Закономерность движения солей в почве позволяет значительно упростить процедуру расчета солевого режима почв с целью своевременного проведения полива. Для этого необходимо знать подекадные значения испаряемости и норм полива. Содержание солей в конце первой декады принимаются за начальное при расчетах засоления во вторую декаду месяца и так далее.

На рис. 4 представлены подекадные кривые плотного остатка в метровом слое, отражающие динамику солевого режима орошаемого поля в течение вегетации. Как видно из кривых, максимальное накопление солей в верхнем слое почвы наблюдается ко времени проведения первого полива, 20 июля. Посев хлопчатника проведен 29 мая. Последующие поливы, приблизительно через каждые 10 дней (31.07, 20.08, 2.09, 21.09) постепенно снижают содержание солей.

Расчет содержания солей по формуле (8) позволяет восстановить картину засоления-рассоления почвы орошаемого поля в период вегетации, не проводя трудоемких работ по отбору образцов почвы и выполнению анализов.

Для того, чтобы использовать закономерность движения ионов в почве для составления долгосрочного прогноза загрязнения пахотных почв Cs-137, необходимо доказать, что радионуклиды подчиняются закономерностям движения и распределения солей в почве, обладают способностью задерживаться тонкими водными слоями.

Как видно из рис. 2, радионуклиды Sr и Cs способны задерживаться тонкими водными слоями плотных иллювиальных горизонтов (B, BC), подзолистых почв, образуя концентрационный максимум на глубине 30-40 см.

Была проведена проверка применимости закономерности движения солей в почве для описания движения радионуклидов. Для этого были обсчитаны результаты опытов, проведенных Ю. А. Поляковым (1966) по промывке образцов почвы, содержащей Sr-90, 0,25 н. раствором  $\text{CaCl}_2$ . В таблице 2 приведены рассчитанные и экспериментальные значения содержания Sr-90 в последовательных порциях фильтрата. Как видно из таблицы 2, относительная ошибка расчета не превышала 14% для отдельных порций фильтрата, тогда как для всего опыта составила 6,1%.

Получены данные, подтверждающие, что радионуклиды подчиняются закономерности распределения солей в почве. В опытах И. А. Борзыко (2000) в каждом слое почвы, равном 5 см, до глубины 25 см отбирались образцы почвы на определение активности цезия  $^{137}\text{Cs}$ . Опыт включал 5 площадок, представленных разными почвами. Для каждой почвы строилась зависимость  $\ln(A_i/A_5) = f(h)$ , где  $A_i$ - активность  $^{137}\text{Cs}$  в слое  $i$  (0-5, 5-10, 10-15, 15-20),  $A_5$ -активность  $^{137}\text{Cs}$  в слое 20-25 см,  $h$ -глубина почвы. Для каждой из 5 почв были получены линейные зависимости [7]. Принимая, что активность  $^{137}\text{Cs}$  пропорциональна его концентрации, находим, что тангенс угла наклона прямых линий равняется  $\lambda$ .

Динамика содержания радионуклидов в пахотном слое почвы определяется в основном следующими процессами: радиоактивный распад, миграция по профилю почвы, биовынос корнями растений. Учитывая процессы, участвующие в переносе радионуклидов, было получено следующее выражение для содержания  $^{137}\text{Cs}$  в пахотном слое почвы в момент времени  $t$ :

$$C_t = C_0(1-n)\exp(-0,023t) - nC_0\exp[\lambda(E-H-Q)/m]\exp(-0,023t) \{ \exp[-(\lambda_k - \lambda_n)E_{tp}] \}, \quad (22)$$

где  $t$  - время, необходимое для изменения содержания радионуклида в пахотном слое от начального значения  $C_0$  до значения  $C_t$ ,  $E$  - испаряемость за год, м,  $H$  - годовое количество осадков, м,  $Q$  - годовой объем стока, м,  $m$  - пористость, 0,023 (1/год) - постоянная радиоактивного распада Cs-137,  $\lambda_k$ ,  $\lambda_p$  - постоянные величины, характеризующие ионопроводности корней растений и почвы, соответственно,  $E_{tp}$  - транспирация, м,  $p$  – доля доступного Cs-137 от общего содержания [11, 12]. Из формулы (22) следует, что для прогноза содержания Cs-137 в пахотном слое почвы необходимо иметь значения следующих величин:  $C_0$ ,  $E$ ,  $H$ ,  $Q$ ,  $E_{tp}$ ,  $\lambda_k$ ,  $\lambda_p$ ,  $p$ .

Для определения среднегодового количества осадков ( $H$ ), температуры и относительной влажности воздуха, температуры пахотного слоя почвы используются данные ближайшей метеорологической станции. Величина транспирации культур, имеющих растительный покров разной сомкнутости, составляет от 0,4 - 0,85 от испаряемости. Испаряемость ( $E$ ) рассчитывается по формуле Н. Н. Иванова (1951):

$$E = 0,0018 (t + 25) (100 - r), \quad (23)$$

где  $t, r$  - среднемесячные значения температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) и относительной влажности воздуха (%). Расчеты  $\lambda$  проводят по формуле (11).

Для проверки модели (22) были взяты результаты стационарных опытов, проводимых Брянским Центром "Агрохимрадиология". В двух районах Брянской области, Новозыбковском и Злынковском, соответственно на дерново-подзолистой супесчаной и дерново-подзолистой песчаной почвах были поставлены мелкоделяночные опыты, включающие 9 вариантов. Каждый вариант имел четырехкратную повторность. В опытах исследовались вопросы, связанные с влиянием малых доз (5-10 т/га) навоза, цеолита, известняковой и фосфоритной муки на поведение Cs-137 в почве и накопление его растительностью. Одна часть опытов была заложена в 1987 году,

другая часть – в 1988 году. После закладки опытов, а также после сбора урожая культур в 1988, 1989, 1990 годах на каждой делянке проводился отбор проб почвы из пахотного слоя на определение Cs-137.

Общая площадь каждой делянки составляла  $211,7\text{м}^2$ , учетная площадь –  $80\text{ м}^2$ . На учетной площади каждой делянки в 120 местах из пахотного слоя проводился отбор проб почвы троцьеевым буровом. Индивидуальные пробы почвы объединялись в одну пробу, из которой отбирался смешанный образец почвы. Анализы смешанных образцов выполнялись в стационарных условиях методом гамма-спектрометрии с использованием анализатора импульсов АИ-1024-95-05. Точность определения Cs-137 в смешанном образце почвы составляла 7-8%. Таким образом, получены данные о содержании Cs-137 в смешанных образцах, отобранных с каждой из 36 делянок в начальный момент времени и интервалы времени, равные 1,2,3 годам.

Начальное содержание Cs-137 в смешанных образцах, отобранных с каждой делянки, использовалось для расчета содержания Cs-137 в разные интервалы времени по формуле (22). Рассчитанные значения, полученные для каждой конкретной делянки, сравнивались с экспериментальными данными, относящимися к этой же делянке.

Для расчета разности Н-Е, а также температуры пахотного слоя в 1988-1990 г.г. использовались метеоданные станции Унеча, наиболее близко расположенной к месту проведения опытов. Расчет испаряемости (Е) проводился по формуле (23). Значения (Н - Е) в 1988, 1989, 1990 годах составили соответственно 173 мм, 209 мм, 43 мм.

Расчет параметра  $\lambda$  дерново-подзолистой песчаной и супесчаной почв проводился соответственно при следующих значениях величин:  $\Gamma=7,1$  мэкв/100 г,  $S=9\text{ м}^2/\text{г}$ ,  $m=0,17$ ,  $T=288,7^\circ\text{C}$ ,  $Z_1=Z_2=1$ ,  $\Gamma=9,7$  мэкв/100г,  $S=20\text{м}^2/\text{г}$ ;  $m=0,17$ ;  $T=288,7^\circ\text{C}$ .

По формуле (22) были проведены расчеты содержания Cs-137 на каждой делянке трех повторностей в 1988-1990 гг.

Получено 135 рассчитанных значений содержания Cs-137 в пахотном слое, которые сравнивались с экспериментальными данными.

В таблице 3 приведен анализ относительных ошибок расчетов. Относительная ошибка расчета находилась по формуле  $(C_{\text{рас}} - C_{\text{эксп}})/C_{\text{эксп}}$ . Расчеты, относящиеся к песчаной и супесчаной дерново-подзолистой почвам, показывают, что соответственно 92% и 79% всех расчетов имеют относительную ошибку, не превышающую 20%. Отсюда, точность расчетов по формуле (20) достаточно высока для задач подобного рода.

Для прогноза загрязнения сельскохозяйственной продукции радионуклидами стронция и цезия используется эмпирический параметр, называемый коэффициентом перехода (КП). КП равен отношению активности радионуклидов в единице сухой массы (с естественной влажностью) растительного образца к активности единицы площади поверхности почвы и имеет следующую размерность  $(\text{n Ки}/\text{кг})/(1 \text{ Ки}/\text{км}^2)$ .

Прогноз содержания радионуклидов в урожае культур проводится по формуле:

$$A_p = K_p A_p, \quad (24)$$

где  $A_p$  – активность радионуклидов в урожае,  $\text{n Ки}/\text{кг}$ ;  $A_p$  – плотность загрязнения почвы,  $\text{Ки}/\text{км}^2$  [1].

Для определения КП разных культур организуется постановка экспериментально-полевых или лабораторных опытов.

Установлено, что процесс биовыноса ионов растениями включает в себя три стадии: 1) передвижение ионов из почвы к поверхности корней растений; 2) передвижение ионов с внешней поверхности во внутрь корня (первичное поглощение); 3) передвижение ионов из корня в стебли и листья (транспорт ионов) [6,14].

В работе [8] было получено уравнение, описывающее первую стадию биовыноса ионов:

$$C(0) = C_0 \exp[-(\varphi_k - \varphi_n)], \quad (25)$$

где  $C(0)$ ,  $C_0$  – соответственно концентрация исследуемого иона на поверхности корней растений и в почвенном растворе,  $\varphi_k, \varphi_n$  – соответственно межфазные потенциалы на границах раздела корни - раствор и почва - раствор.

Из уравнения (25) следует, что содержание иона на поверхности корней определяется преимущественно величиной межфазных потенциалов на обеих границах раздела. Ионы, передвигающиеся к корням растений, прежде чем попасть на поверхность корней, должны преодолеть посредством диффузии два электростатических поля, которые могут быть перекрыты.

Движущей силой передвижения ионов во вторую и третью стадии является транспирация или испарение влаги с поверхности растительного покрова.

Из уравнений (8) и (25) следует, что содержание какой-либо соли в корнеобитаемом слое будет определяться следующим уравнением:

$$C_t = C_0 \exp [-(\lambda_k - \lambda_n) E_{tp}], \quad (26)$$

где  $C_0, C_t$  – соответственно содержание ионов в почве до и после вегетации растений,  $\lambda_k, \lambda_n$  – соответственно, коэффициенты ионопроводности корней растений и почвы, определяемые уравнением (11),  $E_{tp}$  транспирация растений, м.

Используя уравнение (26), сначала составим выражение для коэффициента накопления ( $K_n$ ) радионуклидов.  $K_n$  равен отношению активности радионуклида в единице сухой (или с естественной влажностью) массы растительности, к его активности в единице воздушно-сухой массы почвы.

Коэффициент накопления является безразмерным эмпирическим параметром. Между двумя параметрами  $K_p$  и  $K_n$  для пахотного слоя почвы, мощностью в 20 см и имеющего

плотность, равную 1,25 г/см<sup>3</sup>, соблюдается следующее равенство: КП = 4 Кн.

В соответствии с определением выражение для Кн примет следующий вид:

$$Kn = \frac{[C_0 - C_0 \exp[-(\lambda_k - \lambda_n)Etr] P_{trpn}]}{C_0 \exp[-(\lambda_k - \lambda_n)Etr] Pn} = [\exp(\lambda_k - \lambda_n) Etr - 1] \frac{P_{trpn}}{Pn}, \quad (27)$$

где С<sub>0</sub> – содержание доступных форм радионуклидов Р<sub>тр</sub> – вес испарившейся в процессе транспирации почвенной влаги с 1 га посева, кг/га, Р<sub>п</sub> – вес пахотного слоя на площади, равной 1 га, кг/га, n – доля доступного радионуклида от общего количества радионуклидов в пахотном слое.

Например, вес пахотного слоя, имеющего мощность, равную 0,2 м и плотность, равную 1,25 г/см<sup>3</sup>, на площади в 1 га будет равна:

$$P = 0,2 \text{ м } 1,25 \text{ Т/м}^3 \cdot 10^4 \text{ м}^2 = 2,5 \cdot 10^6 \text{ кг.}$$

При величине транспирации Е<sub>тр</sub>, равной 200 мм, Р<sub>тр</sub> будет равно 2 · 10<sup>6</sup> кг.

Установлено, что КП зависит от биологических особенностей культуры, продолжительности вегетационного периода, погодных условий, типа и разновидности почвы, валентности радионуклида [1]. Интерпретация этих зависимостей в настоящее время отсутствует.

Формула (27) позволяет объяснить эти зависимости. Как видно из формул (27) и (11), Кн зависит от транспирации, емкости поглощения и удельной поверхности как корней, так и почвы, температуры почвы и валентности аниона и катиона радиоактивной соли.

В таблице 4 представлены значения емкости поглощения различных сельскохозяйственных культур по данным работ [15, 16]. Как видно из таблицы 4, из зерновых культур наибольшую емкость поглощения корней имеет гречиха, из многолетних злаковых трав наибольшую емкость поглощения корней имеет овсяница луговая, очень высокую емкость поглощения имеют

зерновые бобовые культуры, однолетние и многолетние бобовые культуры. Из кормовых корнеплодов и клубнеплодов максимальную емкость поглощения корней имеет кормовая морковь. Емкость поглощения корней зависит от родовых и видовых особенностей культуры.

Наибольший вклад в удельную поверхность корней вносят корневые волоски, количество которых составляет несколько миллионов на одном растении. Корневые волоски имеют длину, равную 0,05-10 мм и диаметр около 0,01 мм [14]. Природные объекты такого размера имеют удельную поверхность, приблизительно равную  $10 \text{ м}^2/\text{г}$  [7]. Таким образом, значение  $\lambda_k$  разных культур определяется в основном величиной емкости поглощения корней.

В порядке убывания Кп сельскохозяйственные культуры располагаются следующим образом:

- 1) зерновые, бобовые и зернобобовые: люпин > горох, > гречиха > овес > ячмень, просо > пшеница.
- 2) травы: клевер, люцерна > овсяница > костер > тимофеевка.

Известно, что зерновые (ячмень, пшеница, овес) относят к слабо накапливающим радионуклиды культурам. Крупяные (просо, гречиха) относят к средне накапливающим, а зернобобовые (фасоль, горох, бобы) – сильно накапливающим радионуклиды культурам [1].

Зависимость Кп от погодных условий объясняется величиной транспирации, которая входит в формулу (27). В сухой вегетационный период транспирация растений выше, чем во влажный период.

В табл. 5 приведены рассчитанные по формуле (27) значения Кп разных культур для двух лет, отличающихся по условиям увлажнения. Необходимые для расчета метеорологические элементы (температура почвы и воздуха, относительная влажность воздуха, осадки) взяты из банка данных метеостанции Красная Гора Брянской области. Транспирация

растений находилась путем умножения испаряемости за вегетацию на коэффициент сомкнутости определенной культуры.

Погодные условия 1992 года характеризовались засушливым летом ( $KU = 0,81$ ), тогда как погодные условия 1997 года отличались большим выпадением осадков в течение вегетации ( $KU = 1,51$ ). Значения  $KU$  в мае, июне, июле и августе в 1992 и 1997 годах составили соответственно 0,19; 0,97; 0,26; 0,05 и 0,73; 1,32; 1,48; 0,60

Как видно из таблицы 5, рассчитанные значения коэффициентов перехода в засушливый 1992 год были для разных культур в 2,2-6,5 раз выше, чем в благоприятный для роста и развития растений 1997 год.

Из работы [1] известно, что в зависимости от погодных условий значения  $Kp$  для одной и той же культуры отличаются в 1,5-5 раз. Таким образом, формула (27) позволяет объяснить связь между погодными условиями и значениями  $Kp$ .

Кроме того, экспериментально установлено, что  $Kp$  зависит от типа почвы, а в пределах одного типа также от разновидности почвы или механического состава. Известно, что каждый тип почвы характеризуется определенной емкостью поглощения. Механический состав определяет удельную поверхность почвы. Удельная поверхность корней растений, способная не только к первичному поглощению, но и передаче ионов внутрь корня, незначительна по сравнению с удельной поверхностью почвы. Благодаря высокой удельной поверхности, почвы имеют низкую, по сравнению с корнями растений, поверхностную плотность зарядов и, соответственно, более низкое значение  $\lambda_p$ . По величине поверхностной плотности зарядов и, следовательно, значению  $\lambda_p$  почвы располагаются в следующую последовательность: чернозем > серая лесная почва > дерново-подзолистая среднесуглинистая > дерново-подзолистая легкосуглинистая > дерново - подзолистая песчаная, супесчаная.

В таблице (6) приведены рассчитанные по формуле (27) значения  $Kp$  для чернозема, темно-серой и серой лесной, а также дерново-подзолистой почвы. Как видно из таблицы (6), биовынос

Cs-137 зависит от разности  $\lambda_k - \lambda_n$ , которая максимальна для черноземов.

Для сравнения в таблице 7 приведем ориентировочные данные Кп основных сельскохозяйственных культур на разных почвах, взятые из работы [1]. Сравнение таблиц (6) и (7) показывает, что абсолютные значения Кп имеют расхождения для овса и гречихи, но динамика изменения Кп в зависимости от типа и разновидности почвы сохраняется.

Формула (27) объясняет различия в биовыносе разных радионуклидов одним видом растения на одной и той же почве. Согласно формуле (27), различия в биовыносе разных радионуклидов определяются величиной отношения  $Z_1 \sqrt{(Z_1 + Z_2)/2}$ . Для сульфатов и бикарбонатов Sr и Cs численные значения этого отношения соответственно равны: 2,83; 1,22, и 2,45; 1,0. Следовательно, согласно формуле (27) в зависимости от вида радиоактивной соли, биовынос  $^{90}\text{Sr}$  может превышать биовынос  $^{137}\text{Cs}$  в 1,2-6 раз.

Таким образом, теоретически обоснованные и экспериментально подтвержденные закономерности движения и распределения солей в почве нашли применение при решении практических задач, связанных с прогнозом засоления почв и загрязнения продукции, определением параметра солеотдачи и коэффициентов перехода радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию, с расчетом норм промывок и доз внесения удобрений на загрязненных радионуклидами почвах.

## Литература.

1. **Анненков Б. Н., Юдинцева Е. В.** Сельскохозяйственная радиология. М.: Агропромиздат, 1991, 287 с.
2. **Борзыко И. А.** Разработка системы автоматизированного мониторинга последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС в юго-западных районах Брянской области. Авт. дис. к.т.н., Брянск, 2000, с. 19.
3. **Веригин Н. Н.** Некоторые вопросы химической гидродинамики, представляющие интерес для мелиорации и гидротехники. - Известия АН СССР. Отделение техн. наук. Техническая кибернетика. 1963, №10, с. 1368-1382.
4. **Волобуев В. Р.** Расчет промывок засоленных почв. М. Колос, 1975, с.71.
5. **Дерягин Б. В., Духин С. С, Коптелова М. М.** К теории капиллярно-диффузационного осмоса. - Коллоидный журнал, 1969, т 31, с.359-370.
6. **Менгель К.** Влияние доступности растениям питательных веществ на образование урожая. М, 1973.
7. **Мичурин Б. Н.** Энергетика почвенной влаги. Л.: Гидрометиздат, 1975, с.140.
8. **Пакшина С. М., Петухов В. Р.** Влияние двойных электрических слоев поверхности корня и почвенных частиц на доступность питательных элементов растениям. - Агрохимия, 1976, №5, с. 97-102.
9. **Пакшина С. М.** Передвижение солей в почве. М.: Наука, 1980, с.120.
10. **Пакшина С. М.** Закономерности движения и распределения солей в почве. М.: Главное управление высших учебных заведений, 1994, с.138.
11. **Пакшина С. М.** Модель для долгосрочного прогноза загрязнения пахотных почв Cs-137. Наука и передовой опыт в сельскохозяйственное производство и учебный процесс. - Великие Луки, 1994, с. 24-27.

12. **Пакшина С. М.** Долгосрочный прогноз загрязнения радионуклидами земель, выведенных из системы землепользования.-Тезисы докладов 11 съезда почвоведов при РАН. С.-Петербург, 1996, книга I, с. 60.
13. **Поляков Ю. А., Калишина Л. Н., Назарова Л. Ф.** Роль физико-географических условий среды в явлениях миграции радионуклидов (излучателей) в почвах. - Сборник трудов по агрономической физике. Вып. 7. Л.: Колос, 1969, с. 43-48.
14. **Рубин А.** Курс физиологии растений. М.: Высшая школа, 1963, с.588.
15. **Drake M., Vengris J. and Colby W. G.** Cation exchange capacity of plant roots.-Soil Science, 1951 v. 72, No. 2, , p.p.139-149.
16. **Vengris A. and Drake M.** Chemistry of the soil. New York, 1955, p.p. 286-328.
17. **Kielland J.** Individual activity coefficients of ions in aqueous solutions. J Amer. Chem. Soc., 1937, v. 59, No. 9, p.p.1675-1678.

## Приложение 1.

Таблица 1.

Классификация солей по величине отношения K

Группа	Формулы солей	$K \cdot 10^{-9}, \text{м}^{-1}$
I	Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0.980
	NaHCO <sub>3</sub> , LiCl, NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.111
	MgCl <sub>2</sub>	1.113
	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	1.166
	Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1.167
	Sr(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1.289
II	NaCl, NaNO <sub>3</sub> , KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.333
	CaCl <sub>2</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1.361
	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.429
	BaCl <sub>2</sub> , SrCl <sub>2</sub>	1.531
	KCl, KNO <sub>3</sub>	1.667
	CsCl, RbCl, NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> Cl	1.818
III	MgSO <sub>4</sub>	2.357
	SrCH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> COO) <sub>2</sub>	2.571
	CaCO <sub>3</sub>	2.694
	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub>	2.721
	CaSO <sub>4</sub> , CuSO <sub>4</sub> , MnSO <sub>4</sub> , FeSO <sub>4</sub> , CaHPO <sub>4</sub>	2.828
	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> , CsCH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> COO) <sub>2</sub>	2.882
IV	SrCO <sub>3</sub>	2.977
	SrSO <sub>4</sub> , BaSO <sub>4</sub> , RaSO <sub>4</sub> , HgSO <sub>4</sub>	3.142
	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	3.265
	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> , CsCO <sub>3</sub>	3.499
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub> , Cs(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> , CsHCO <sub>3</sub>	3.768
	Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	4.743
V	Na <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	4.991
	K <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	6.061
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	6.527

Таблица 2.

Сравнение экспериментальных и рассчитанных значений выноса  $^{90}\text{Sr}$  из почвы при фильтрации раствора  $\text{CaCl}_2$

НН п/п	Объем фильт- рата, мм, V	$\frac{V}{Sm} = Vt$ , м	$\lambda Vt$	$e^{-\lambda Vt}$	Концентрация $\text{Sr}^{90}$ , расп./мин.мл		Ошибка расчета, %
					Расчет- ная	Факти- ческая	
1	100	0,100	0,13	0,88	176	180	2,2
2	233	0,233	0,30	0,74	148	140	5,7
3	433	0,433	0,56	0,57	114	100	14,0
4	633	0,633	0,82	0,44	80	80	10,0
5	833	0,833	1,07	0,34	68	60	13,3
6	1066	1,066	1,37	0,25	50	50	0
7	1266	1,266	1,63	0,20	40	40	0
8	1466	1,466	1,89	0,15	30	30	0
9	1700	1,700	2,19	0,11	22	20	10,0
10	1900	1,900	2,45	0,09	18	18	0
11	2100	2,100	2,71	0,07	14	16	12,5

Средняя ошибка расчета 6,1%

Таблица 3.

Анализ относительных ошибок расчета содержания  
CS-137 в пахотном слое

Значение относитель- ной ошибки расчета, P, %	25-30	20-25	10-20	0-10	Всего
Число случаев	9	15	34	57	115
Процент от общего количества случаев	7,8	13,0	29,6	49,6	100

Таблица 4.

Емкость поглощения ( $\Gamma$ , мэkv\100г. возд.-сух. массы) корней сельскохозяйственных культур по данным работ [15, 16]

№ п/п	Культура	$\Gamma$
	I. Зерновые культуры	
	1. Зерновые злаки и гречиха	
1	Пшеница мягкая ( <i>Triticum vulgare L.</i> )	9,0
2	Ячмень ( <i>Hordeum vulgare L.</i> )	12,3
3	Просо ( <i>Panicum milaceum L.</i> )	12,2
4	Сорго ( <i>Sorghum vulgare Pers.</i> )	13,5
5	Рожь ( <i>Secale cereale L.</i> )	15,1
6	Овес ( <i>Avena sativa L.</i> )	22,8
7	Кукуруза сахарная ( <i>Zea mays saccharata Sturt</i> )	22,2
8	Кукуруза зубовидная ( <i>Zea mays indentata Sturt</i> )	26,8
9	Гречиха ( <i>Polygonum Fagopirum L.</i> )	39,6
	2. Зерновые бобовые культуры	
10	Горох посевной ( <i>Pisum sativum L.</i> )	49,6
11	Люпин белый ( <i>Lupinus albus L.</i> )	41,3
12	Люпин желтый ( <i>Lupinus luteus L.</i> )	47,7
13	Люпин синий ( <i>Lupinus angustifolius L.</i> )	53,3
	II. Клубнеплоды	
14	Картофель ( <i>Solanum tuberosum L.</i> )	38,1
	III. Кормовые культуры	
	1. Многолетние бобовые травы	
15	Лядвенец рогатый ( <i>Lotus corniculatus L.</i> )	23,9
16	Клевер красный ( <i>Trifolium pratense L.</i> )	47,5
17	Люцерна посевная ( <i>Medicago sativa L.</i> )	48,0
	2. Многолетние злаковые травы	
18	Житняк гребневидный ( <i>Agropirum pectinatum Beauv.</i> )	19,8
19	Тимофеевка луговая ( <i>Phleum pratense L.</i> )	22,6
20	Райграс многоукосный ( <i>Lotium multiflorum Lam.</i> )	22,5
21	Кострец безостый ( <i>Bromopsis inermis Holub.</i> )	24,6
22	Ежа сборная ( <i>Dactylis glomerata L.</i> )	25,6
23	Овсянница луговая ( <i>Festuca pratensis Huds.</i> )	30,4
24	Двукисточник тросниковидный	30,8

	(Phalaroides arundinacea L.)	
	3. Однолетние бобовые травы	
25	Вика озимая (Vicia villosa Roth.)	44,1
	4. Кормовые корнеплоды	
26	Брюква (Brassica napus L.)	33,2
27	Кормовая морковь (Daucus carota L.)	51,7

Таблица 5.

Рассчитанные по формуле (27) значения коэффициентов перехода  
(Кп, нКп/кг/1Кп/км<sup>2</sup>) сельскохозяйственных культур в разные  
годы

№	Культура	Кп <sub>1</sub> 1992	Кп <sub>2</sub> 1997	Кп <sub>1</sub> /Кп <sub>2</sub>
<b>I. Зерновые злаки и гречиха</b>				
1	Пшеница озимая	0,26	0,12	2,2
2	Просо	0,42	0,18	2,3
3	Ячмень	0,42	0,18	2,3
4	Сорго	0,5	0,2	2,5
5	Рожь	0,61	0,24	2,5
6	Кукуруза сахарная	1,27	0,46	2,8
7	Кукуруза зубовидная	0,02	0,68	3
8	Овес	1,38	0,48	2,9
9	Гречиха	7,24	1,62	4,5
<b>II. Зерновые бобовые культуры</b>				
10	Горох посевной	15,8	3,5	5,3
11	Люпин белый	7,5	1,8	4,2
12	Люпин желтый	13	3	4,3
13	Люпин синий	22,2	3,8	5,8
<b>III. Многолетние злаковые травы</b>				
14	Житняк гребневидный	1,02	0,39	2,6
15	Райграс многоукосный	1,38	0,48	2,9
16	Тимофеевка луговая	1,38	0,48	3,9
17	Кострец безостый	1,64	0,57	2,9
18	Ежа сборная	1,81	0,60	3

19	Овсяница луговая	2,8	0,91	3,1
<b>V. Многолетние бобовые травы</b>				
20	Клевер красный	12,9	3,04	4,3
21	Люцерна посевная	13,8	3,04	4,6
<b>V. Однолетние бобовые травы</b>				
22	Вика озимая	9,5	2,23	4,3
<b>VI. Кормовые корнеплоды</b>				
23	Брюква	1,07	0,22	4,9
24	Кормовая морковь	3,65	0,56	6,5
<b>VII. Клубнеплоды</b>				
25	Картофель	1,51	0,29	5,2

Таблица 6.

Рассчитанные по формуле (27) значения коэффициентов перехода  
 $(K_p, \text{нКи/кг}/\text{1Ки/км}^2)$  для разных почв при равных значениях  
 транспирации

№	Культура	Средне-суглинистая почва			
		Дерново-подзолистая	Светло-серая лесная	Темно-серая лесная	Чернозем
1	Пшеница озимая	0,05	0,04	0,04	0,01
2	Просо	0,09	0,08	0,08	0,04
3	Ячмень	0,09	0,08	0,08	0,04
4	Сорго	0,11	0,10	0,009	0,06
5	Рожь	0,14	0,13	0,12	0,08
6	Кукуруза сахарная	0,34	0,34	0,27	0,23
7	Овес	0,36	0,36	0,34	0,24
8	Кукуруза зубовидная	0,58	0,58	0,52	0,39
9	Гречиха	2,07	2,07	2,07	1,54

Таблица 7.

Содержание Cs-137 в урожае растений (нКи/кг) при плотности загрязнения почвы 1 Ки/км<sup>2</sup>

(Б. Н. Анненков, Е. В. Юдинцева, 1991) [1]

№	Культура	Часть урожая	Дерново-подзолистая, среднесуглинистая	Серая лесная	Чернозем
1	Пшеница озимая	Зерно	0,06	0,05	0,01
		Солома	0,12	0,09	0,02
2	Ячмень	Зерно	0,13	0,09	0,03
		Солома	0,26	0,18	0,06
3	Рожь озимая	Зерно	0,06	0,05	0,01
		Солома	0,12	0,09	0,02
4	Овес	Зерно	0,13	0,09	0,03
		Солома	0,26	0,18	0,06
5	Гречиха	Зерно	0,15	0,13	0,04

## Приложение 2.

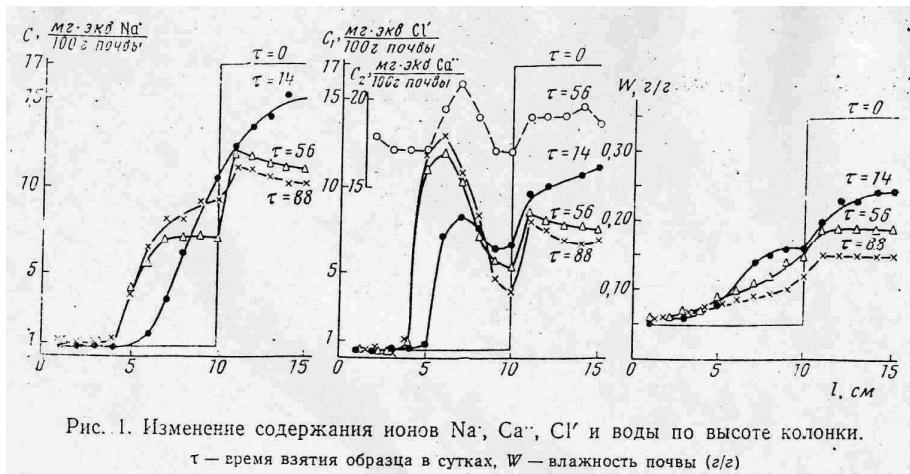


Рис. 1. Изменение содержания ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  и воды по высоте колонки.  
 $\tau$  — время взятия образца в сутках,  $W$  — влажность почвы ( $\text{g/g}$ )

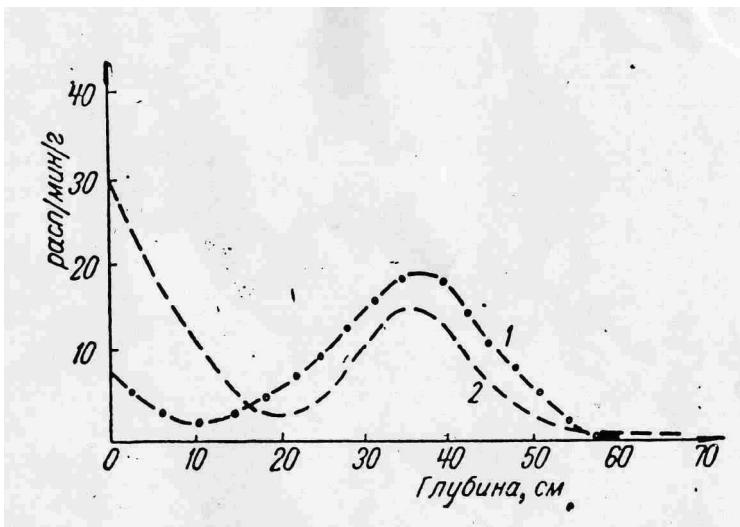


Рис. 2. Распределение радионуклидов по профилю пылевато-песчаных подзолистых почв (1965 г.).

1 — 1-й участок, 2 — 2-й участок.

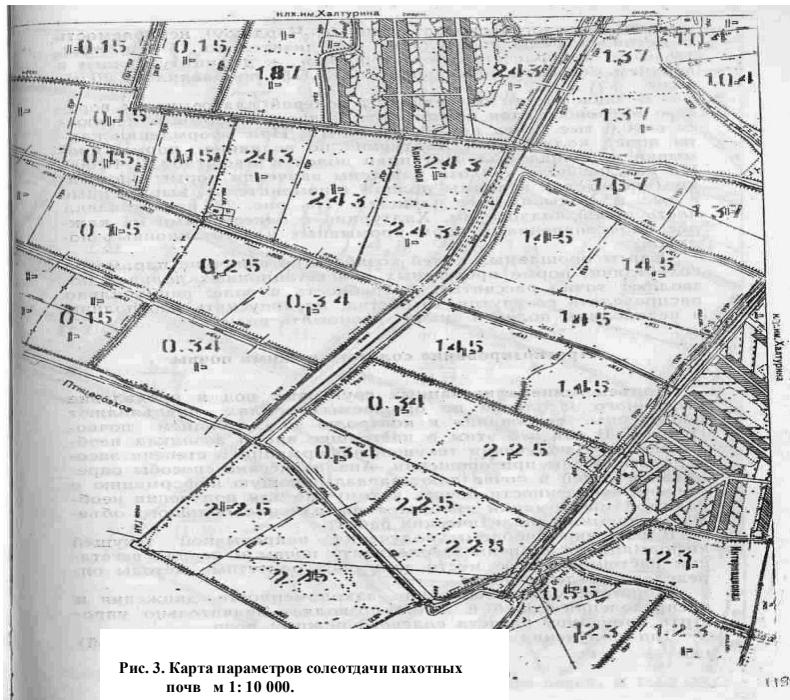


Рис. 4. Рассчитанный ход засоленности верхнего метрового слоя почвы. Хлопчатник. 1987 г. 3, 9 — точки отбора образцов почвы; точками обозначены экспериментальные значения

## Эхо в прессе

**А. Т. Нестик**, экологический обозреватель газеты «Брянский рабочий»

**Это – суперинтересно!  
(в сокращении)**

В третий раз в течение последнего года в уходящем веке в Брянске состоялись Почвоведческие чтения. И в третий раз они обнаружили для самих участников их прорыв в незнаемое.

- Это – суперинтересно! – отозвался профессор БГИТА о докладе коллеги из БГСХА...

Исключительная особенность учрежденных чтений в том, что следующий докладчик называется сам и никто, даже председатель, до самого начала чтения не знает, о чем конкретно тот поведет речь. Все – на полном доверии коллег к его высокой научной компетенции. Можно сказать, что такая интрига исключает готовность участников к полновесному обсуждению доклада, словно бы застигающего всех врасплох. Но ведь это же не защита диссертации и не научная конференция, да и уровень собирающихся ученых, специалистов достаточен для осмысления и оценки услышанного без подготовки.

Докладывала на этот раз доктор биологических наук, профессор БГСХА С. М. Пакшина. Интерес к ней был подогрет еще на прошлых чтениях, как к одному из ученых, вплотную занимавшемуся в прошлом скандально известными проблемами поворота северных рек. Но доклад свой Светлана Михайловна обозначила так: «Долгосрочный прогноз почв, загрязненных радионуклидами».

Но еще прежде, чем слово молвила, Светлана Михайловна буквально ошеломила, подавила аудиторию вязью физико-математических уравнений, вывешенных перед просвещенной аудиторией на ватманских листах. Показалось, что некоторые даже приуныли: ну что за радость хрустеть весь вечер сухарями?! Однако, неспроста же утвердилась за математикой слава той

же музыки, только неслышимой: если формулы точны, они гармоничны и так же чарующе прозрачны, как сложная полифония высокой классики.

Известный советский ученый Б. В. Дерягин, вошедший в энциклопедии своими работами о необычных свойствах микропор капилляров, мечтательно обмолвился как-то в присутствии начинающего ученого Пакшиной в Институте физической химии, что вот-де как хорошо было бы при составлении уравнений учитывать не только диффузию (проникновение) ионов, конвекцию (перенос) их и миграцию (сегодня это слово всем печально известно) в электрополе, но еще и потоки их в условиях двойного электрического поля капилляров. Не станем, читатели, докапываться. Что сие «двойное» означает, важно, что проблема существовала и была поставлена крупным ученым в присутствии начинающего. А тому вольно и счастливо запади в душу.

...Изучив приключения ионов различных самых распространенных солей в почвенных «микротуннелях» со всеми этими диффузиями, конвекциями и их миграциями – в условиях двойного электрического поля! – С. М. Пакшина и получила чисто математические формулы, весьма далекие, однако, от чисто теоретического интереса. Стал понятен механизм засоления почв при поливах, и появилась возможность прогнозировать засоление, а также рассчитать оптимальный расход воды для их промывки.

Ее познания и были востребованы при изучении проблем поворота северных рек в связи со стремительным обмелением тогда Каспийского моря (кто старше,помнит морских судов, «Бросивших якорь» среди солончаков). Потом уровень в Каспии столь же неожиданно начал в 80-х годах подниматься, и проблема отпала. Но в пору тревог к ней были, по словам Светланы Михайловны, подключены силы почти трех десятков институтов. Отчеты от всех сходились в Институте водных проблем СССР, где она тогда работала и где в силу ее научной компетенции «пришлось обращать внимание на отрицательные

моменты поворота». Обобщенные выводы направлялись затем в академию наук СССР. Было много модельных экспериментов. Тщательно просчитывалось, помнится ей, сколько допустимо изъять воды, не понизив температуру тундры, ведь эти реки ее утепляли. Ну и конечно, проблемы засоления и промывки почв.

- Мы все помним, - прокомментировал эту информацию председатель общества почвоведов Г. Т. Воробьев, - как преподносилось после все: советское головотяпство, мол, это было и ничего больше. Но вот среди нас живой пример того, как серьезно подошло государство к проблемам поворота – они изучались всесторонне и глубоко.

Между тем формулы Пакшиной уже позволили независимо от неосуществившегося поворота работать с высокой эффективностью. Они доказывали, что для уменьшения засоленности поля, например, на один процент, требуется израсходовать на промывку почв до десяти тысяч кубометров воды на гектар. Прогнозы засоления и точные расчеты промывки экономили до 25 процентов воды...

Но встал вопрос (сначала в связи с аварией на уральском «Маяке», а затем чернобыльской катастрофой): а не тем ли закономерностям перемещения в почвенных микропорах подчинены и радионуклиды – в частности, соли радиоцезия и стронция? Теория подтверждала: да. А практика? Новые опыты моделирования...

Светлана Михайловна рассказала, как на защите начинающий ученый из БГПУ Игорь Борздыко подтвердил ее теорию брянской практикой? Он на четырех площадках в юго-западной зоне области послойно изучал движение радионуклидов, и составленные им закономерности совпадали с прогнозом теоретическим. Значит, можно точно прогнозировать динамику загрязнения почв с помощью коэффициентов накопления. А с учетом перемещения и в питающих капиллярах растений, если это также ввести в формулу в виде коэффициентов перехода, то и прогноз радиозагрязнения сельхозпродуктов. Но без оглядки на климатические особенности

года можно, оказывается, впасть даже в пятикратную ошибку. Да и разные растения по-разному набираются радионуклидов. Из зерновых культур наименьшая поглощающая емкость у корней мягкой пшеницы, а наибольшая – у гречихи. Все это с поправочными коэффициентами можно также учесть...

- А у нас, лесоводов, - отозвался на это сообщение профессор БГИТА Леонид Алексеевич Соколов, - по корненасыщенности с гречихой сходна сосна. Но подобно вашим исследований у наших почвоведов нет. То, о чем я услышал здесь, - это суперинтересно.

Гречиху поэтому рекомендовано было вывести из наиболее загрязненных полей.

- А ее вывели вовсе! – бросила реплику доктор сельхознаук из Брянского центра агрохимрадиологии Зоя Николаевна Маркина.

Остается надеяться, что так же не поступят лесоводы с сосной. Шутка.

При изучении тонкостей промывки засоленных почв удалось с помощью формул Пакшиной составлять карты полей по их способности к солеотдаче. Это и позволило не расходовать воду наобум. А на почвоведческих чтениях Светлана Михайловна с гордостью продемонстрировала карты подопечных дипломников из родной теперь ей БГСХА. Для своих колхозов они рассчитывали, какими будут уровни радиации на конкретных загрязненных сельхозугодьях через десятки лет. Вот вижу: карты полей климовского хозяйства «Плавна» - на 2001 год, на 2030-й... Значит, можно и сельскохозяйственное производство в таких спрогнозированных условиях ориентировать наилучшим образом. Многое из теории подтверждало практику центра агрохимрадиологии, и его директор, председатель почвоведческого общества не раз с удовлетворением обращался к участвующему в чтениях В. С. Калацкому, ответственному за радиологию в областном управлении сельского хозяйства:

- Видишь теперь, Владимир Серафимович, мы не зря требуем калийные удобрения вносить: калий, подтверждает и

наука по Пакшиной, обладает большой адсорбционной способностью...

(Калий прежде радиоцезия оказывается в капиллярах растений).

К слову, теоретические выводы первых студенческих дипломов С. М. Пакшина сверяла поначалу с накопленными фактическими данными центра, они совпадали... Так и должно, когда наука делается не «под переброску рек», а ради последствий, не под мнимые снижение или «стабилизацию» радиоактивного загрязнения, а для поиска ключей к этому. Такая наука и становится суперинтересной.

«Брянский рабочий», 12 января 2001 г.

**Список участников  
научных почвоведческих чтений.**

1. Жучкова Вера Капитоновна, профессор МГУ
2. Воробьев Григорий Тихонович, доктор с.-х. наук, директор Брянского Центра "Агрохимрадиология"
3. Дедюля Светлана Степановна, директор Брян. ОНУБ им. Ф.И. Тютчева
4. Маркина Зоя Николаевна, доктор с.-х. наук, научный сотрудник Брянского Центра "Агрохимрадиология"
5. Прудников Петр Витальевич, начальник отдела применения средств химизации Брянского Центра "Агрохимрадиология"
6. Кошелев Иван Александрович, начальник группы физико-химических анализов Брянского Центра "Агрохимрадиология"
7. Хайченко Валентина Анатольевна, кандидат с.-х. наук, главный специалист Управления по вопросам Чернобыля МЧС РФ
8. Калацкий Владимир Сергеевич, начальник отдела Комитета по сельскому хозяйству и продовольствию
9. Чернявский Валерий Герасимович, директор Брянского землеустроительного предприятия
10. Морозов Юрий Павлович, Брянское землеустроительное предприятие, начальник группы
11. Астахов Александр Иванович, доктор с.-х. наук, ведущий научный сотрудник ВНИИ люпина
12. Кононов Анатолий Степанович, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник ВНИИ люпина
13. Проянников Евгений Владимирович, профессор, проректор БГСХА
14. Пакшина Светлана Михайловна., доктор биологических наук, профессор БГСХА

15. Ториков Владимир Ефимович, доктор с.-х. наук, профессор БГСХА
16. Кувшинов Николай Михайлович, доктор с.-х. наук, препод. БГСХА
17. Зверев Виталий Алексеевич, доцент БГСХА
18. Бастрakov Геннадий Викторович, доктор географических наук, проректор БГПУ
19. Прищеп Николай Иванович, доктор с.-х. наук, профессор БГПУ
20. Ахромеев Леонид Михайлович, кандидат географических наук, доцент, зав. кафедрой БГПУ
21. Чучин Дмитрий Иванович, кандидат географических наук, научный руководитель СИБ БГПУ
22. Сурин Сергей Викторович, ассистент кафедры физической географии БГПУ
23. Лобанов Григорий Владимирович., аспирант, ассистент кафедры физической географии БГПУ
24. Кретов Евгений Стефанович, преподаватель БГИТА
25. Соколов Леонид Алексеевич, кандидат биологических наук, доцент БГИТА
26. Глазун Игорь Николаевич, преподаватель БГИТА
27. Пальчук Валерий Дмитриевич, пенсионер, труженик земли
28. Мурашко Владимир Сергеевич, Союз художников России
29. Нестик Александр Тимофеевич, корреспондент газеты "Брянский рабочий"
30. Ладнюк Нина Васильевна, и.о. зав. отделом с.-х. лит-ры Брян. ОНУБ им. Ф.И. Тютчева
31. Меркешкина Лариса Валерьевна, гл. библиотекарь отдела с.-х. литературы Брянской ОНУБ им. Ф.И. Тютчева

Цикл выставок литературы из фондов  
Брянской областной научной универсальной  
библиотеки  
им. Ф. И. Тютчева

**I. Выставка литературы к докладу "Почвенный покров -  
устойчивое развитие" (80 экз.)**

Разделы выставки:

- *Из классического наследия*
- *Современное почвоведение в науке и жизни*
- *Почвы Брянской области*

**II. Выставка литературы к докладу "Долгосрочный  
прогноз почв, загрязненных радионуклидами"(35 экз.)**

Разделы выставки: "*Изучение поведения Cs-137 и Sr-90 в почвах и  
их поступление в продукцию растениеводства*".

- *научные работы Брянских ученых и специалистов;*
- *радиоактивное загрязнение почв на страницах  
центральной периодики;*
- *информационные списки литературы ("Проблемы  
экологии в сельском хозяйстве", "Радионуклиды и  
природная среда", "Изучение поведения Cs-137 и Sr-90 в  
почвах и их поступление в продукцию растениеводства").*

**Информационный стенд**

"Информация из Интернет": обзор серверов по проблеме  
"радионуклиды - почва - растения" (Поисковые системы: Яндекс,  
Rambler, List ru).

Список литературы, использованной в работе научных почвоведческих чтений из фондов Брянской ОУНБ им. Ф. И. Тютчева

### **Общие вопросы.**

1. **Агапов В. И.** Основы хроматографии для почвоведов /МГУ им. М.В. Ломоносова.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 71с.
2. **Белоус Н. М.** и др. Новозыбковскому филиалу Всероссийского научно-исследовательского института удобрений и агропоч-воведения им. Д. Н. Прянишникова - 10 лет.- Брянск, 1996.-187 с.
3. **Воробьев Г. Т.** Почвы Брянской области (генезис, свойства, распространение) / Брян. проект.-изыск, центр химизации и радиологии сел. хоз-ва "Агрохимрадиология".- Брянск, 1993.- 160 с.
4. **Геннадиев А. Н.** Почвы и время: модели развития.- М.: Изд-во МГУ, 1990.-227 с.
5. **Добровольский Г. В., Никитин Е. Д.** Функции почв в биосфере и экосистемах: (Эколог. значение почв) / Отв. ред. В. А. Ковда; АН СССР, Науч. совет по пробл. почвоведения, Ин-т почвоведения и фотосинтеза. - М.: Наука, 1990.- 258 с.
6. **Зонн С. В., Фирсова В. П.** Академик И. П. Герасимов как почвовед /Отв. ред. А.Л. Яншин; АН СССР, Урал. отд-ние.- М.: Наука, 1991.- 124 с.
7. **Зонн С. В.** Константин Дмитриевич Глинка, 1867-1927: [Почвовед-минеролог] /Отв. ред. Г. В. Добровольский; [Рос. АН].- М.: Наука, 1993.- 127 с.
8. **Зонн С. В.** Василий Васильевич Докучаев, 1846-1903 / Отв. ред. Е.Н. Мишустан; [АН СССР].- М.: Наука, 1991.- 219 с.- (Сер. «Научно-библиографическая литература»).
9. **Козловский Ф. И.** Современные естественные и антропогенные процессы эволюции почв /АН СССР, Ин-т географии.- М.: Наука, 1991.- 195 с.

10. **Минеев В. Г., Ремпе Е. Х.** Агрохимия, биология и экология почвы.- М.: Росагропромиздат, 1990.- 206 с.

11. **Проблемы почвоведения** : Сов. почвоведы к XIV Междунар. съезду почвоведов, (Токио, 1990): Сб. науч. тр. / АН СССР, Всесоюз. о-во почвоведов, Ин-т почвоведения и фотосинтеза; [Составители М. И. Герасимова, Н.П. Чижикова]; Отв. ред. В. А. Ковда, М. А. Глазовская.- М.: Наука, 1990.- 269 с.

12. **Самойлова Е. М., Толчельников Ю. С.** Эволюция почв /МГУ им. М. В. Ломоносова. - М.: Изд-во МГУ, 1991.- 87 с.

13. **Современное** развитие научных идей Д. Н. Прянишникова: [Сб. ст.] / АН СССР, Всесоюз. о-во почвоведов и др.; Отв. ред. Д. Н. Дурманов, Е. А. Андреева.-М.: Наука, 1991.- 279 с.

#### **40.31 Почвообразование**

14. **Апарин Б. Ф.** Географические основы рационального использования почв: (На двучлен. породах) / Отв. ред. И.В. Игнатенко; РАН, Рус. геогр. о-во.- СПб: Наука. С.-Петербург, отд-ние, 1992.- 188 с.

15. **Орлов Д. С.** Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 324 с.

16. **Элементарные** почвообразовательные процессы: Опыт концептуал. анализа, характеристика, систематика /[Н.А. Караваева, В. О. Таргульян, А.Е. Черкинский и др.; Отв. ред. Н.А. Караваева, С.В. Зонн]; Рос. акад. наук, Ин-т географии.- М.: Наука, 1992.- 183 с.

#### **40.32 Процессы, свойства, строение и состав почв**

17. **Пачепский Я. А.** Математические модели физико-химических пролцессов /Отв. ред. Д. С. Орлов; АН СССР, Ин-т почвоведения и фотосинтеза.- М.: Наука, 1990.- 186 с.

18. **Радиоактивное** загрязнение почв Брянской области / Г. Т. Воробьев, Д. Е. Гучанов, З. Н. Маркина и др.; [Ред.

Воробьев Г. Т. и др.]; Брян. центр "Агрохимрадиология"- Брянск: Границ, 1994.- 148 с.

19. **Соколова Т. А., Дронова Т. Я.** Изменение почв под влиянием кислотных выпадений / МГУ им. М. В. Ломоносова, Фак. почвоведения.- М.: Изд-во МГУ, 1993.- 64 с.- (Биология)

20. **Соколова Т. А.** Химические основы мелиорации кислых почв / МГУ им. М. В. Ломоносова, Фак. почвоведения.- М.: Изд-во МГУ, 1993.- 180 с.

21. **Химические** основы буферности почв /Т. А. Соколова, Г. В. Мотузова, М. С. Малинина, Т. Д. Обуховская; МГУ им. М. В. Ломоносова.- М.: Изд-во МГУ, 1991.-108 с.

#### **40.322 Физические процессы в почвах и физические свойства почв**

22. **Гродзинский А. М.** Аллелопатия растений и почвоутомление: Избр. тр. / [Вступ. ст. Э. А. Головко, В. В. Кваши]; АН УССР, Центр, респ. ботан. сад.- Киев:Наук. думка, 1991.- 429 с.

23. **Зайдельман Ф. Р.** Естественное и антропогенное переувлажнение почв: Деградация, использ. и охрана.- СПб.: Гидрометеоиздат, 1992.- 288 с.

24. **Ландина М. М.** Почвенный воздух / Отв. ред. В. П. Панфилов; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии.- Новосибирск : Наука. Сиб. отд-ние, 1992.- 167 с.

25. **Манучаров А. С.** и др. Методы и основы реологии в почвоведении / А. С. Манучаров, В. В. Абрукова, Н. И. Черноморченко; МГУ им. М. В. Ломоносова.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 97 с.

26. **Муромцев Н. А.** Мелиоративная гидрофизика почв: Методы исслед., гидрофиз. закономерности, регулирование вод. режима почв и растений.- Л.: Гидрометеоиздат, 1991.- 270 с.

27. **Пространственно-временная** организация и функционирование почв : Сб. науч. тр. / АН СССР, Науч. центр биол. исслед.; [Отв. ред. И. В. Иванов].- Пущино: НЦБИ, 1990.- 228 с.

## **40.322.7 Радиоактивность почв**

28. **Научные** основы по реабилитации территории Брянской области: Сб. ст.-М.: ЦНИИатоминформ, 1993.-134 с.
29. **Просянников Е. В.** Взаимовлияние почв и радиоактивности в экосистемах Полесья и Ополья Юго-Запада России: Автореф. дис. на соиск. учен. степени докт. с.-х. наук / Рос. акад. с.-х. наук, Почвен. ин-т им. В. В. Докучаева.- М., 1995.-42 с.- (На правах рукописи)

30. **Просянникова С. П.** Влияние агрогенной нагрузки на микробиоту почв, загрязненных радионуклидами: Автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук /Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. М., 1995.- 25 с.

31. **Цезий-137** в почвах и продукции растениеводства Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей за 1986-1992 годы: Монография /Г. Т. Воробьев, Д. Е. Гучанов, А. А. Курганов и др.- Брянск: Границы, 1993.- 86 с., карт.

## **40.323 Химический состав и химические процессы в почвах**

32. **Битюцкий Н. П., Кащенко А. С.** Комплексоны в регуляции питания растений микроэлементами. - /СПб.: Изд-во СПбУ, 1996.- 214с.

33. **Водяницкий Ю. Н.** Образование оксидов железа в почве /Рос. акад. с.-х. наук. Почвен. ин-т им. В.В. Докучаева.- М.: Почвен. ин-т, 1992.- 274 с.

34. **Воробьев Г. Т.** и др. Агрохимические свойства почв Брянской области и применение удобрений /Г. Т. Воробьев, А. И. Бобровский, П. В. Прудников; Брян. центр "Агрохим-радиология".- Брянск, 1995.- 121 с.

35. **Гербициды** и почва: (Эколог. аспекты применения гербицидов) /Под ред. Е. А. Дмитриева.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 205 с.

36. **Гуминовые** вещества в биосфере: [Сб. ст.] /Рос. АН, Науч. совет по пробл. почвоведения и др.; [Отв. ред. Д. С. Орлов].- М.: Наука, 1993.-236 с.

37. Гумус и азот в земледелии Нечерноземной зоны РСФСР: Сб. науч. тр. / Ленингр. с.-х. ин-т; [Отв. ред. В. Н. Ефимов]. - Л.: ЛСХИ, 1990.- 93 с.
38. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение / Отв. ред. И. Л. Клевенская; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии. -Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991.- 148 с.
39. Курачев В. М. Минеральная основа почвенного поглощающего комплекса / Отв. ред. Б. П. Градусов; АН СССР, Сиб. отд-ние, Ин-т почвоведения и агрохимии.- Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991.- 226 с.
40. Обухов А. И., Плеханова И. О. Атомно-абсорбционный анализ в почвенно-биологических исследованиях.- М.: Изд-во МГУ, 1991.-183 с.
41. Орлов Д. С. и др. Химические процессы в орошаемых и мелиорируемых почвах / Д. С. Орлов, И. Н. Лозановская, С. А. Николаева; МГУ им. М. В. Ломоносова, Фак. почвоведения.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 94 с.
42. Протасова Н. А. и др. Редкие и рассеянные элементы в почвах Центрального Черноземья /Н.А. Протасова, А. П. Щербаков, М. Т. Копаева.- Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1992.-164 с.
43. Симонов Г. А. Состояние и эволюция минеральной массы почв: Генет. аспекты /Отв. ред. Т.А. Соколова; Рос. АН, Урал. отд-ние. Коми науч. центр, Ин-т биологии.- СПб.: Наука. Санкт-Петербург, издат. фирма, 1993.-200 с.
44. Тейт Ш. Р. Органическое вещество почвы / Пер. с англ.О. Д. Масаловой, Д. С. Орлова.- М.: Мир, 1991.- 399 с.
45. Электротермическая атомно-абсорбционная спектрометрия в анализе почвенно-грунтовых вод: Метод. рекомендации /Рос. акад. с.-х. наук. Почвен. ин-т им. В. В. Докучаева; Сост. Кахнович З. Н., Лернер Л. А.- М.: Почвен. ин-т.-1994.- 80 с.

#### **40.325 Биологические процессы в почвах и биологические свойства почв» Флора и фауна почв**

46. Артюховский А. К. Почвенные мермитиды: система, биология, использование.- Воронеж: Изд-во Воронеж. унта, 1990.- 156 с.

47. Атлавините О. П. Влияние дождевых червей на агроценозы: Монография /Под ред. В. Л. Контримавичюса.- Вильнюс, 1990.- 176 с.

48. Биологическая активность почв в условиях антропогенного воздействия / В. П. Стефурак, А. С. Усатая, Н. И. Фрунзе, Э. А. Катрук; Отв. ред. Г. В. Меренюк; АН МССР, Отдел микробиологии.- Кишинев: Штиинца, 1990.- 214 с.

49. Криволуцкий Д. А. Почвенная фауна в экологическом контроле / РАН, Ин-т эволюц. морфологии и экологии животных им. А.Н. Северцова, М-во охраны окружающей среды и природ. ресурсов Рос. Федерации.- М.: Наука, 1994.- 268 с.

50. Микробиологические аспекты охраны почвенного покрова: [Сб. ст.] /АН ССР Молдова, Отд. микробиологии; [Редкол.: Г. В. Меренюк (отв. ред.) и др. - Кишинев: Штиинца, 1990.-123 с.

51. Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии / Отв. ред. Д. Г. Звягинцев; АН СССР, Урал. отд-ние, Башк. науч. центр, Ин-т биологии.- М.: Наука, 1990.-188 с.

#### **40.326 Плодородие почв**

52. Агролесомелиорация и плодородие почв / [Павловский Е. С., Васильев Ю. И, Зайченко К. И. и др.]; Под ред. Е. С. Павловского; ВАСХНИЛ, ВНИИ агролесомелиорации.- М.: Агропромиздат, 1991.- 287 с.

53. Агроэкологические принципы земледелия: Сб. науч. тр. /Рос. акад. с.-х. наук, Всерос. НИИ земледелия и защиты почв от эрозии; Под ред. И. П. Макарова, А. П Щербакова.- М.: Колос, 1993.- 271 с.

54. **Агроэкологические** проблемы плодородия и охраны почв Среднерусской лесостепи: Межвуз. сб. науч. тр. /Воронеж, гос. ун-т им. Ленинского комсомола; [Редкол.: А. П. Щербаков (отв. ред.) и др.].- Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1991.-131с.

55. **Гумус** и азот в земледелии Нечерноземной зоны РСФСР : Сб. науч. тр./ Ленингр. с.-х. ин-т; [Отв. ред. В.Н. Ефимов].- Л.: ЛСХИ, 1990.- 93 с.

56. **Динамика** почвенных процессов и плодородия ороша-емых земель: (Сб. науч. тр.) / Рос. акад. с.-х. наук, Науч.-произв. об-ние "Орошение", Всерос. НИИ орошаемого земледелия; [Редкол.: И.П. Кружилин (отв. ред.) и др.].- Волгоград: НПО "Орошение", 1990.- 192 с.

57. **Динамика** продукции биомассы растений и гумуса почв / [С. Гордиенко, А. Горник, Т. С. Демкина и др.; Отв. ред. В. И. Кефели, С. Сотакова]; Рос. акад. наук, Ин-т почвоведения и фотосинтеза.- М.: Наука, 1992.- 166 с.

58. **Окультуривание** почв: научные основы, опыт и направления: Сб. науч. тр. / ВАСХНИЛ; Под ред. И. П. Макарова.- М.: Агропромиздат, 1991.- 141 с.

59. **Оптимизация** условий повышения плодородия почвы: [Сб. науч. тр.] /Под ред. В. Г. Минеева.- М.: Изд-во МГУ, 1990.- 186 с.

60. **Плодородие** и мелиорация почв Нечерноземья: Межвуз. сб. науч. тр. / Перм. с.-х. ин-т им. Д. Н. Прянишникова; [Редкол.: Н. А. Халезов (отв. ред.) и др.]. - Пермь: ПСХИ, 1991.- 112 с.

61. **Повышение** плодородия дерново-подзолистых почв РСФСР: Указ. отеч. лит. за 1987-1989 гг. 479 назв. /Центр, науч. с.-х. б-ка ВАСХНИЛ. Ле-нингр. отд-ние; Сост. И. В. Котелкина.- Л., 1991.- 73 с.

62. **Почвенно-агрохимические** основы устойчивости земледелия Центрально-Черноземной зоны / [Акулов П. Г., Азаров Б. Ф., Шелганов И. И., Явтушенко В. Е.]; Под ред. Н. З. Милащенко; ВАСХНИЛ.- М.: Агропромиздат, 1991.- 140 с.

63. **Почвенно-экологические** условия возделывания сельскохозяйственных культур / [В. В. Медведев, А. Я. Бука, Д. Н. Губарева и др.]; Под ред. В. В. Медведева. – Киев: Урожай, 1991.- 172 с.

64. **Прохорова З. А., Фрид А. С.** Изучение и моделирование плодородия почв на базе длительного полевого опыта / РАН, Науч. совет по пробл. почвоведения.- М.: Наука, 1993.- 187 с.

65. **Резервы** повышения плодородия почв и эффективности удобрений: Сб. науч. тр. /Белорус, с.-х. акад.- Горки: БСХА, 1990.- 109 с.

## Содержание

Почвоведческие научные мелочи.....	3
Воробьев Г. Т. Почвенный покров и устойчивость жизни.....	5
Нестик А. Т. Эхо в прессе. Бал. Есть? И будет?? или Размышление у «зеркала общества».....	20
Пакшина С. М. Долгосрочный прогноз содержания радионуклидов в почве и в сельскохозяйственной продукции.....	27
Приложение 1.....	50
Приложение 2.....	56
Нестик А. Т. Эхо в прессе. Это – суперинтересно!.....	58
Список участников научных почвоведческих чтений.....	63
Цикл выставок литературы из фондов Брянской областной научной универсальной библиотеки им. Ф. И. Тютчева.....	65
Список литературы, использованной в работе научных почвоведческих чтений из фондов Брянской ОУНБ им. Ф. И. Тютчева.....	66

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК