

**ДОКЛАД НА НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ,  
посвященной 100-летию со дня рождения И.С. КАУРИЧЕВА (05.12.2013)**

**И.М.ЯШИН, А.Д. КАШАНСКИЙ**  
(кафедры экологии и почвоведения РГАУ-МСХА имени К.А.  
Тимирязева)

УВАЖАЕМЫЙ ПРЕЗИДИУМ,  
КОЛЛЕГИ И ДРУЗЬЯ.

Любая научная конференция - это своеобразный отчет о проделанной работе. В данном случае – это отчет за те 10 лет, которые мы прожили без Ивана Сергеевича Кауричева.

В предыдущих докладах было сказано много теплых слов о жизни и творчестве нашего Учителя.

И я, как один из многих его аспирантов и докторантов, кратко выскажу мнение об, **Иване Сергеевиче Кауричеве, о развитии его научных идей.**

**Иван Сергеевич** был талантливым Педагогом, прекрасным Организатором и оригинальным исследователем. Он активно развивал межкафедральные и межфакультетские изыскания в Тимирязевской академии. Участвовал в международных симпозиумах и встречах с зарубежными коллегами из Болгарии, Венгрии, Польши, ГДР и др.

**Иван Сергеевич** сформировал свою научную школу и оставил богатое научное наследие. Воспитал много талантливых педагогов. Учениками Ивана Сергеевича являются выдающиеся исследователи – профессора В.О. Таргульян, И.А. Соколов, А.Д. Фокин, В.И. Савич, А.И. Карпухин, Н.Ф. Ганжара, В.Г. Ларешин, Л.П. Степанова и другие.

**Иван Сергеевич** высоко ценил дружбу. Нередко с теплотой вспоминал своего наставника и учителя Сергея Петровича Яркова. Сергей Петрович - говорил И.С.- научил меня брать ответственность на себя – «ТЯНУТЬ ЯРМО» - говорил И.С. И еще: «Научная работа – это добровольная «каторга». Нельзя с этим не согласиться.

Уместно отметить, что **С.П. Ярков и И.С. Кауричев** являются продолжателями научных идей академика В.Р. Вильямса, **150-летие** со дня рождения которого, мы в эти дни также отмечаем.

И еще добавлю.

**Иван Сергеевич** запомнился мудрым, чуждым зазнайства и чинопочитания Человеком. Он был очень настойчивым в достижении любой цели. Исследования и преподавание в высшей школе считал единым процессом. Он был одним из ведущих Ученых в области почвоведения не только в отечественном Почвоведении. Он считал, что **специалист интересен потому, что имеет свою точку зрения**. Концепция должна оттачиваться в научных дискуссиях. Запрещать ничего не надо.

Он подчеркивал: «Фундаментальная подготовка по физике, химии и математике - залог новых успехов и оригинальных идей, в частности, в фундаментальном почвоведении». Для этого еще нужны терпение, и настойчиво идти к цели. «Человек на своем месте должен заниматься делом».

В памяти остались «Правила» (напутствия Ивана Сергеевича), которые актуальны и в настоящее время. Я их назвал Правилами 6-ти «НЕ».

**1-е правило** – Не стремись в Президиум собрания, будь ближе к людям;

**2-е правило** – Не спеши выступать на любом Собрании – выступление – это не самолюбование, а решение реальных вопросов, порой крайне важных для людей;

**3-е правило** – Не критикуй напрасно – храни Силы для Творчества; с Уважением относись к чужому Мнению;

**4-е правило** – Не выступай длинно и заумно: говори кратко и по делу. Критикуя, предлагай возможное решение вопроса;

**5-е правило** – Не стремись быть администратором. Функция руководителей – создавать условия работы другим. Став им, проводи заседания кратко и с толком. Заседания не должны стать любимым занятием руководителя. Большинство вопросов решаются с помощью указаний на Доске объявлений. Помни: работа бесконечна.

**6-е правило** – не поучай никого; личный пример – основа Педагогики.

Доступность в общении и внимательность к людям были яркими чертами характера Ивана Сергеевича. Вспоминается наша поездка в марте 1972 года с Иваном Сергеевичем в Ленинград на Всесоюзную конференцию по Лизиметрии. Запомнились его слова: «...побывать здесь – значит не только хорошо сделать доклад (отчитаться по работе), но постараться отвлечься от сумятицы дел - посетить Музеи, театр, побродить по городу». И он нам в этом, как и Степан Николаевич Алешин, здорово помог. Сейчас у преподавателей кафедры экологии появилась возможность посещать крупные Европейские города и научные Центры по разным научным проектам, например, ТЕМПУС и др. И нужно помнить слова Ивана Сергеевича, умело сочетая повседневную Работу с отдыхом - знакомством с

культурой, историей и бытом народов стран, где проходит научно-педагогическая стажировка.

Перейдем к существу нашего сообщения.

В докладе кратко будет рассмотрено развитие некоторых научных идей Ивана Сергеевича в области теоретического почвоведения и экологии.

Внимание сосредоточим на следующих вопросах:

1. Унификация и применение метода сорбционных лизиметров (МСЛ) в почвенно-экологических изысканиях;
2. Разработка и обоснование концепции биогенного кислотообразования в экосистемах таежной зоны;
3. Экологическая оценка загрязнения экосистем ионами тяжелых металлов;
4. Дальнейшая разработка концепции глее- и подзолообразования.

Из-за дефицита времени доклад будет кратким в виде тезисов.

### **Рассмотрим 1-й вопрос о МСЛ**

Известно, МСЛ был разработан И.С. Кауричевым и Е.М. Ноздруновой в 1959 году. Сорбентами в колонках были  $Al_2O_3$  и ионообменные смолы – катионит КУ-2  $H^+$  форме и анионит АВ-17 в  $OH^-$  форме. Метод использовался разными специалистами для изучения общего масштаба миграции ВОВ, а также комплексных Fe- Al-органических соединений. Опыты проводились в почвах Мурманской, Архангельской, Саратовской и Московской областях, Республиках Коми и Карелия и других.

Стационарные исследования докладчиков (при активном участии И.С. Кауричева) осуществлялись в 1969-1993 гг. в Подмосковье (стационары «Белый Раст», учхоз «Михайловское»), в Архангельской области, Республиках Карелия и Коми.

Нами было установлено, что оксид алюминия целесообразно применять для оценки общего масштаба водной миграции ВОВ (по Сорг), так как *часть их массы неизбежно сорбируется оксидом алюминия.*

Были проведены модельные лабораторные опыты по кинетике, статике и динамике сорбции компонентов ВОВ на низкозольном активированном угле «карболен». Этот сорбент оказался весьма емким и эффективным сорбентом в отношении ВОВ, которые выщелачиваются из лесных подстилок атмосферными осадками. Установлено, что при движении из подзоны северной тайги к южной в составе ВОВ закономерно увеличивается доля ФК – специфических органических соединений. При этом **гуминовые высокомолекулярные органические вещества** в

почвах северной и средней тайги не образуются. Причина – кислотный гидролиз и дефицит ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и азота.

В дальнейшем И.М. Яшиным с соавт. (1989-1991) был разработан *модифицированный вариант метода СЛ*. С его помощью были изучены *коэффициенты мобилизации  $\text{C}_{\text{орг}}$  ВОВ* из некоторых органогенных субстратов – хвои ели, листьев дуба и др., а также ионов **кальция и тяжелых металлов**, в частности, из порошка доломита и фосфоритной муки.

$\text{K}_{\text{моб}}$  **ВОВ** для условий Ю-3 Подмосковья в смешанном лесу составил **3%** или **30 г на 1 кг субстрата**. При запасе лесной подстилки 2,5 кг/м<sup>2</sup> в раствор за 1 год мобилизуется порядка 75 г/м<sup>2</sup>  $\text{C}_{\text{орг}}$ . И это без корневых выделений и смывов с вегетативных органов атмосферными осадками. В одном из опытов под кроной ели вынос ВОВ составил более 100 г/м<sup>2</sup>  $\text{C}_{\text{орг}}$ . Только масштабный нисходящий поток ВОВ способен вызвать активную химическую трансформацию почвенных минералов. Только ВОВ с кислотными и комплексообразующими свойствами осуществляют мобилизацию в раствор **ионов металлов**, формирование комплексных соединений и их усвоение биотой. В этой связи нами охарактеризованы **экологические функции ВОВ**.

Вообще МСЛ в настоящее время находит *применение в водоохраных зонах рек, водохранилищ, озер России для оценки их безопасности*.

МСЛ можно использовать и для **изучения биогеохимических потоков мигрантов в вегетационном опыте** (например, наши исследования с аспирантами Алексеем Раскатовым и Соколовой Светланой в Барыбино 1996-1997 гг.). В журнале ТСХА была опубликована эта научная статья.

Особенно эффективен МСЛ при сочетании с методом радиоактивных индикаторов. В перспективе совершенствование МСЛ, на наш взгляд, связано с использованием в них считывающих технических устройств и передачей данных на компьютер.

Такие устройства необходимо устанавливать вблизи складирования разного рода ТБО, свалок, полигонов и карьеров. Например, в зоне водозабора (на островах дельты реки Сев. Двина) г. Архангельска. Здесь нами в 1987 – 1989 гг. с помощью МСЛ отмечены повышенные концентрации ТМ и ВОВ в воде. И уже в 1995 г. специалистами Архангельского технического университета была создана **промышленная установка** для очистки воды для пищевых целей.

Процессы внутрипочвенного перемещения и перераспределения химических элементов изучены пока еще в общем виде. Оцениваемые потоки мигрантов не являются, на наш взгляд, необратимо утраченными для почвы и

экосистемы в целом. В сезонных циклах миграции при изменении окружающей термодинамической обстановки происходят внутрiproфильные фазовые переходы воды и веществ, изменяется направленность миграционного вектора: наблюдается масштабное восходящее движение растворов, веществ..., которые компенсируют ранее отмеченные «миграционные потери». Пульсирующие (восходящие-нисходящие) потоки миграции обуславливают динамичность свойств почвы и поведение экотоксикантов в профиле.

## **2-й вопрос - Разработка и обоснование концепции биогенного кислотообразования в экосистемах таежной зоны**

Данный вопрос нами рассматривался еще в 1986 году совместно с Иваном Сергеевичем и Владимиром Александровичем Черниковым. У профессора Черникова В.А. Яшин И.М. начал работать на кафедре физической и коллоидной химии – в группе «диагностики гумусового состояния почв» вплоть до защиты докторской диссертации в 1993 г. И вот там впервые возникла у нас идея о концепции «Биогенная кислотность таежной экосистемы».

Данная идея *отражает один из экологических механизмов адаптации групп живых организмов к неблагоприятным экологическим условиям* в зоне тайги. Компоненты ВОВ с кислотными свойствами не только мобилизуют в раствор ионы ТМ, но и при комплексообразовании **инактивируют их токсичные свойства**. При водной миграции происходит **периодическое самоочищение почв** в латеральной цепи ЭГЛ. Важно отметить, что кислотность мы рассматривали не только на уровне подзолистой почвы (как компонента таежной экосистемы), но и на экосистемном уровне. Кислотность через процессы мобилизации и водной миграции в лесах задаются самой таежной экосистемой.

Поскольку многие почвоведы были ориентированы и долго исследовали почвы агроландшафтов, подобный подход к оценке кислотности их сразу же озадачил. Ведь в агроэкосистемах практически нет биоты (кроме микроорганизмов и почвенных животных), а культуры возделываются 2-3 месяца в году. Остальное время почва остается без растительности. То есть один из важнейших факторов почвообразования (биота) – по В.В. Докучаеву – утрачен. Возникает вопрос: а является ли почвой природное тело без растительности? Или это уже почвоподобное тело с иными экологическими функциями?

Накопленный фактический материал позволяет рассматривать разнообразные компоненты ВОВ с кислотными свойствами в качестве целевых (необходимых) мобильных продуктов, отражающих специфику

функционирования таежных экосистем и взаимосвязь ведущих Биосферных процессов - фотосинтеза и гумусообразования.

Перейдем к рассмотрению 3-го вопроса нашего сообщения.

### **Экологическая оценка загрязнения экосистем ионами тяжелых металлов**

В длительных стационарных опытах установлено, что оторфованные лесные подстилки, с одной стороны, являются весьма **емкими поглотителями ионов металлов, сажи, частиц пыли и влаги**, а с другой – источниками ВОВ и ионов ТМ, загрязняя грибы и ягоды. Лесные подстилки выступают мощными органогенными сорбционными барьерами миграции. Движущими силами водной миграции ионов ТМ в подзолах на двучленах являются высокая кислотность, оглеение по всему профилю, устойчивая мобилизация ВОВ в раствор и застойно-промывной водный режим почв.

В крупных городах мусоросжигательные заводы и ЦБК являются источниками ртути, диоксинов и бенз[а]пирена. Важную роль в этих процессах играют аэральные выпадения «кислотных дождей», сажи, пыли и др., которые можно оценить **при снеговой съемке или с помощью методов биоиндикации поврежденных растений и почвенных живых организмов**.

В изменении экологического состояния почв и экосистем участвуют антропогенные и природные (эколого-геохимические) факторы. Их аддитивное действие заметно интенсифицирует исчезновение многих видов растений и животных в ландшафтах земного шара. Недаром уже заведены «Красные книги». Патогенные микроорганизмы получают более быстрый доступ к человеческой популяции, минуя биологические барьеры иных живых организмов.

Для оценки загрязнения, например, почв ТМ применяется показатель суммарного загрязнения  $J_{\Sigma}$  по числу изученных ТМ. Этого недостаточно с экологических позиций.

Нами предложена формула, которая отражает **не только совокупность изученных экотоксикантов**, но и основные компоненты экосистемы: почву, биоту, аэральные выпадения (по снеговой съемке), а также масштаб водной миграции загрязнителей (**отчуждаемую массу мигрантов**). Причем, вместо выражения  $(n-1)$  мы вводим другой математический параметр:  $(1 + (n/n-1))$ . Он равен примерно 2 и его следует прибавлять к индивидуальному коэффициенту при оценке загрязнения выше указанных компонентов экосистемы. Отметим, что при диагностике загрязнения биоты рассчитываются индивидуальные коэффициенты биогенного накопления  $k_{\text{би}}$  загрязнителей - в растениях, опаде, слоях лесной подстилки и корнях,

которые суммируются и получается общий коэффициент биогенного накопления  $k_{\text{бн}}$  экотоксикантов в биоте.

В подзолах, развитых на двучленных породах, содержание химических загрязнителей учитывается не в одном (верхнем) горизонте, как при агрохимических изысканиях, а во всем профиле мини подзола (данная масса почвы активно участвует в биогеохимическом круговороте – биогенной и водной миграции).

Предлагаемая нами интегральная оценка химического загрязнения экосистемы по индексу суммарного загрязнения компонентов экосистемы рассчитывается по выражению:

$$J_{\text{зэ}} = \Sigma k_{\text{зб}} + (1 + (n/n-1)) + \Sigma k_{\text{зп}} + (1 + (n/n-1)) + \\ \Sigma k_{\text{зс}} + (1 + (n/n-1)) + \Sigma k_{\text{миг}} + (1 + (n/n-1))$$

где  $J_{\text{зэ}}$  – индекс суммарного загрязнения экосистемы (по количеству изученных ее компонентов – почв, растительности, вод, снега, водной миграции),

$\Sigma k_{\text{зб}} + (1 + (n/n-1))$  – суммарный коэффициент химического загрязнения биоты (растений, лесной подстилки, растительного опада и корней), например, ионами тяжелых металлов (ТМ) -  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ; здесь  $n = 9$ ; данный коэффициент определяется при изучении биогенной продуктивности экосистем,

$\Sigma k_{\text{зп}} + (1 + (n/n-1))$  - суммарный коэффициент химического загрязнения почвы, как компонента и продукта экосистемы, теми же ТМ,

$\Sigma k_{\text{зс}} + (1 + (n/n-1))$  – химическое загрязнение снега аэральными выпадениями в условно абиотический период (при очень слабых эвапотранспирации и фотосинтезе в зоне тайги); концентрацию экотоксикантов в талой воде следует умножить на массу воды (согласно запасам снега на  $1 \text{ м}^2$ ), чтобы получить искомую массу загрязнителей на единице площади. Выделяют растворимые формы, например ТМ, и остающиеся на плотном бумажном беззольном фильтре (взвеси). Эти сведения важны при оценке миграционных параметров экотоксикантов в профиле почвы,

$\Sigma k_{\text{миг}} + (1 + (n/n-1))$  - суммарный коэффициент водной миграции и химического загрязнения лизиметрических вод почвенного индивидуума экосистемы. Он отражает долю наиболее миграционно способных форм экотоксикантов. Для ионов ТМ – это органо-минеральные комплексные соединения. Возможен также их вынос в составе коллоидов переходных металлов под «защитой» компонентов ВОВ с кислотными свойствами.

$k_{\text{миг}}$  определяют с помощью метода сорбционных лизиметров. Учитывать необходимо также **коэффициент мобилизации  $k_{\text{моб}}$**  химических элементов в

реальной экосистеме из **твердой фазы в растворимое состояние**. Напомним, ТМ в форме оксидов практически не токсичны для биоты.

**По эффекту воздействия на почвы и экосистемы** токсичные химические элементы, содержащиеся в техногенных продуктах, могут быть дифференцированы **на две группы**: первая – биогеохимически активные соединения. Вторая – трофические мигранты.

В первом случае техногенные продукты, сорбируясь гумусом, коллоидами и вторичными минералами генетических горизонтов почв, изменяют кислотно-основные параметры, окислительно-восстановительный потенциал, соотношение металлов по фракциям гуминовых и фульвокислот и т.д. Эти изменения в основном вызывают элементы с высокими Кларками и слаботоксичные – Fe, Mn, Ca, Mg, Na,  $\text{NH}_4^+$ , ... и анионы сильных и слабых минеральных кислот. Со временем и эти компоненты могут вызывать нарушения природных экосистем, что отразится на микрофлоре и почвенных животных.

Во втором случае на почву действуют высокотоксичные элементы (и вещества): Be, Hg, As, Cd, Se, ..., диоксины, опасность влияния которых реализуется не столько в изменении свойств почв, сколько в их биогенной миграции, попадании, например, в трофические цепи и живые организмы, где они аккумулируются и вызывают негативные изменения в биохимических реакциях, циклах обмена веществ и энергии. Диагностика степени и характера их воздействия на биоту все еще разрабатывается. **Хотя медики давно отмечают высокий уровень корреляции тех или иных заболеваний людей** в зависимости от характера производств, их мощности, наличия (или отсутствия) очистных сооружений, реализации природоохранных мероприятий.

### **Дальнейшая разработка концепции глее- и подзолообразования**

Ещё недавно почвы таёжной зоны, как и процессы почвообразования, были ясными и понятными. Но уже при детальном картировании почвенного покрова на стационарах нативных и аграрных фаций тайги в М 1: 500 были выявлены новые, **ранее не известные факты**, порой трудно объяснимые. Наряду с доминантами были диагностированы сопутствующие типы и подтипы почв, генезис и функции которых ещё требуют обоснования. Точная оценка результатов почвенного картирования осложнялась также неоднородным сложением почвенных профилей: в ландшафтах Европейского Севера России очень широко распространены двучленные породы и подзолы на двучленах. Эти генетические образования в пределах первого метра состоят из двух разнокачественных наносов – нижнего тяжелосуглинистого субстрата (водоупора, включающего камни, валунчики и хрящ) и верхнего песчано-супесчаного, мощность которого колеблется от

**53 до 82 см.** На подобных породах и сформировались своеобразные почвы с элювиально-иллювиальной дифференциацией илистых частиц, химических элементов и фульвокислот. Ряд авторов называет их глинисто-дифференцированными почвами (ГДП), но единства взглядов на генезис подобных почв пока не достигнуто.

Процессы глее- и подзолообразования в подзолах, развитых на двучленах, хранят ещё много загадок. Некоторые из них мы дальше попытаемся охарактеризовать. Важно использовать данную информацию при построении классификации почв ЕТС.

**Первая из них**, как ранее отмечено, связана с периодической сезонной *вуализацией (маскировкой)* белёсого подзолистого горизонта в серый цвет водорастворимыми органоминеральными комплексными соединениями Fe и Mn, мигрирующими из лесной подстилки. Впервые данный эффект отметил В.О. Таргульян, затем об этом говорил Л.О. Карпачевский. Экологические аспекты этого механизма нам пока неясны.

**Вторая** обусловлена современной трансформацией веществ иллювиально-железистого горизонта (*коллоидов гидрогелей гидроксида Fe*) под влиянием мигрантов - ВОВ с кислотными свойствами. Экологическая природа этого явления также пока неясна, но в полевых опытах выявлено, что она имеет сезонный характер: в засушливые летние месяцы идёт активная минерализация растительного опада, а нисходящий масштаб миграции ВОВ из лесной подстилки оказывается незначительный. В этом случае воздействие кислотных компонентов ВОВ на коллоиды гидрогелей гидроксида железа в горизонте **V<sub>f</sub>** оказывается незначительное: ВОВ здесь *аккумулируются*. Наряду с этим в засушливый сезон в подзоле возможно *восходящее подтягивание влаги вместе с гидрозолями Fe(OH)<sub>3</sub>, которые, осаждаясь на частицах песка горизонта E, маскируют его в бурый цвет.*

В дождливые летние периоды (они наиболее типичны для тайги, как и оглеение почв), а также осенью и весной резко увеличивается мобилизация ВОВ в раствор из лесной подстилки, а масштаб их водной миграции в почве достигает максимума. При избыточной сорбции компонентов ВОВ коллоидами Fe(OH)<sub>3</sub>, гор. **V<sub>f</sub>** наблюдается *биогеохимическая мобилизация* в почвенный раствор ионов железа, формирование устойчивых и мобильных Fe-фульватных комплексов, и их миграционное перераспределение в профиле двучлена. В результате иллювиально-железистый горизонт **V<sub>f</sub>** может полностью в профиле «исчезнуть», а под лесной подстилкой образуется очень мощный белёсый горизонт, нередко смыкающийся с контактно-осветлённым аналогом. В этом случае почву можно ошибочно *диагностировать как сверхмощный подзол.*

На самом деле и в том, и в другом случае была одна и та же почва, в которой реализуется сезонная динамика различных форм соединений

железа. Указанные факты не дают основания для выделения в зоне тайги бурых почв (и буроземов) и мощных подзолов на двучленах.

Стационарные исследования позволяют уточнить данные вопросы и ограничиться при диагностике минимумом типов почв.

**Третья загадка** связана с уникальной ролью веществ контактно-оглеенного горизонта, являющегося своеобразной «фабрикой» коллоидов Fe, Al, Mn, Si, которые участвуют в цементации вышележащего песчаного профиля микро подзола в засушливые сезоны. Коллоиды Fe, Al, Mn, Si играют важную роль как в восходяще-нисходящих миграционных процессах, сорбции мигрантов, так и в структурной матричной организации мелкозёма подзолов. Эти явления пока обоснованы неполно и требуют экспериментального подтверждения.

На склонах холмов и увалов тайги по контактно-осветлённому горизонту наблюдается активный латеральный перенос мигрантов к местным базисам эрозии, где наблюдается масштабная аккумуляция мигрируемых химических соединений. Образуются плитки, желваки и крупные Fe, Mn конкреции. Коллоидные формы переходных металлов активно сорбируют ВОВ и ионы иных мигрантов. Получается в массе мелкозема ТМ очень мало, а в конкрециях – их на порядок больше. Значит, нужно правильно отбирать образцы почв руками и делать не смешанные, а индивидуальные пробы.

Рассмотрим кратко экологические аспекты, а также уровни реализации глее- и подзолообразования в экосистемах южной и средней тайги.

**Подзолообразование** охватывает самый высокий - экосистемный уровень - биогеохимический круговорот (биогенную и абиотическую миграцию), а оглеение – это горизонтный почвенный биохимический процесс, протекающий с участием анаэробных микроорганизмов. Он связан с трансформацией почвенных минералов, формированием коллоидов и органо-минеральных соединений Fe, Mn при обязательном присутствии компонентов ВОВ. **Оглеение** может выступать в качестве ускорителя подзолообразования, если в почвах таёжной экосистемы имеется временный (сезонный) избыток влаги.

**Глее- и подзолообразование являются самостоятельными почвенными процессами** и характеризуются разными движущими силами и продуктами почвообразования. В определённых условиях не исключено их совместное проявление на уровне почвенно-экологического процесса.

В почвах агроландшафтов тайги ведущее место занимает глееобразование, а оподзоливание становится сопутствующим процессом. Большой

фактический материал, накопленный отечественными и зарубежными специалистами, позволил сформулировать следующие гипотезы подзолообразования: коллоидно-химическая, физико-химическая, биохимическая, биогеохимическая. Каждая из них имеет свои сильные и слабые стороны.

**Концепции, основанные на лабораторном моделировании**, излишне преувеличивали, например, **роль угольной кислоты** в разрушении почвенных минералов. Угольная кислота очень слабая и не может составить конкуренции ни органическим кислотам, ни тем более ФК.

Указанные выше гипотезы дополняют друга, позволяя осмыслить этапы познания почв и процессов почвообразования. В частности, несмотря на различия представлений о механизмах оподзоливания, установлено, что профиль ГДП формируется благодаря кислотному гидролизу почвенных минералов в элювиальном песчаном наносе и перераспределению продуктов в нижних горизонтах.

При этом существуют **три точки зрения** на механизмы перераспределения мигрантов.

**Первая** – внутрипрофильная водная миграция веществ в растворах;

**вторая** – биогенная миграция – вовлечение химических элементов в биомассу биоты;

**и третья** – биогеохимическая миграция, которая включает первые два механизма.

Взгляды российских специалистов на важную роль суспензионного переноса частиц пыли и ила в формировании суглинистых подзолистых почв вначале не находили поддержки у своих коллег. Но после работ европейских исследователей Duchaufour (1951), Dudal (1953), Kubiena (1951), Muckenhausen (1958) интерес к концепции перераспределения тонкодисперсных частиц без их разрушения в профилях почв, развитых на двучленах, возник снова. Впоследствии была сформулирована и обоснована известная концепция **лессиважа** в суглинистых почвах подзолистого типа тайги. Дальнейшие работы позволили установить полигенетичный характер профилей, оценить экологическую роль глее- и подзолообразования в нативных и аграрных экосистемах тайги.

Сравнительная оценка процессов глее- и подзолообразования показала их своеобразие и тесную генетическую взаимосвязь с экологическими функциями почв таёжной зоны. Так, биогеохимические функции, связанные с трансформацией и миграцией веществ (водной и биогенной) при подзолообразовании реализуются **на уровне экосистемы**, а оглеение охватывает *более низкий уровень – почвенный (горизонтный)*. Ландшафтно-геохимические условия проявления рассматриваемых процессов **также**

различные: при подзолообразовании участвуют самые различные ЭГЛ – от автономного до транс-аккумулятивного.

**Оглеение** проявляется преимущественно в местах избыточного увлажнения – в супер-аккумулятивных и аккумулятивных ЭГЛ.

Характер миграции химических элементов при глее- и подзолообразовании также неодинаков: при оподзоливании почв в экосистемах тайги доминирует биогенная миграция, дополняемая водной внутрипочвенной (происходит фракционирование и перераспределение мигрантов с частичным выносом в грунтовые воды), **а при оглеении** важную роль играет диффузия и миграция коллоидов.

Почвенно-геохимические барьеры, участвующие в реализации процессов глее- и подзолообразования заметно различаются. При подзолообразовании участвуют биогеохимический барьер миграции, карбонатно-кальциевый, кислотный, окислительный, сорбционный.

А при оглеении – глеевый барьер миграции, глеевый сероводородный, сорбционный.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ.