

ХРОНИКА

УДК 631.48

**КОНЦЕПЦИЯ ПОЧВЕННОГО КРИОГЕНЕЗА  
В ТРУДАХ ПРОФЕССОРА О.В. МАКЕЕВА (к 100-летию со дня рождения)**



**Д.Г. Федоров-Давыдов, В.Е. Остроумов, Л.А. Фоминых**

*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,  
142290, Московская область, г. Пушкино, ул. Институтская, 2, Россия; muss@orc.ru*

Систематическое изучение почвенного криогенеза в нашей стране началось в 1969 г., когда вновь созданную лабораторию криогенных процессов в почвах (г. Пушкино) возглавил известный исследователь почв Сибири профессор О.В. Макеев. В течение 30 лет (1969–1999) он разработывал теорию почвенного криогенеза, вносил в нее поправки и дополнения, учитывая результаты почвенно-мерзлотных исследований и полемизируя с другими учеными. В результате возникла новая отрасль знания – криология почв, основными понятиями которой являются: мерзлота как субфактор почвообразования, почвенный криогенез как совокупный процесс, криогенные признаки в почвах и криогенные генетические горизонты, криогенные (мерзлотные и холодные) почвы, криопедосфера, фации почвенного криогенеза и криогенные ареалы.

*Криология почв, почвенный криогенез, криогенные признаки почв, криогенные почвы, мерзлотные почвы, холодные почвы, криопедосфера, фации почвенного криогенеза*

**CONCEPTION OF SOIL CRYOGENESIS IN THE WORKS  
OF PROFESSOR O.V. MAKEEV (on the 100th anniversary)**

**D.G. Fedorov-Davydov, V.E. Ostroumov, L.A. Fominykh**

*Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS,  
142290, Moscow region, Pushchino, Institutsкая str., 2, Russia; muss@orc.ru*

The systematic research of soil cryogenesis in Russia started in 1969 when professor O.V. Makeev, a well-known researcher of Siberian soils, headed a newly created laboratory of cryogenic processes in soils (Pushchino). Between 1969 and 1999, he greatly contributed to soil cryogenesis theory for 30 years and revised or added to its

central constructs by considering new data and discussing with other scientists. As a result, a new branch of science, soil cryology, has been introduced. Its basic ideas are permafrost and seasonal frost as subfactors of soil formation, soil cryogenesis as a complex process, cryogenic soil features and cryogenic genetic horizons, Cryogenic (Permafrost-affected and Cold) soils, cryopedosphere, facies of soil cryogenes and cryogenic areas.

*Soil cryology, soil cryogenesis, cryogenic soil features, cryogenic soils, permafrost-affected soils, cold soils, cryopedosphere, facies of soil cryogenesis*

3 августа 2015 г. исполнилось 100 лет со дня рождения профессора Олега Владимировича Макеева – яркого ученого-почвоведом с мировым именем и выдающегося организатора науки. О.В. Макеева отличала широта научных интересов. Будучи одним из крупнейших специалистов по генезису и географии почв Сибири, Олег Владимирович внес значительный вклад в биогеохимию микроэлементов, изучение эрозии почв, сельскохозяйственную науку, историю почвоведения. Он известен как создатель Бурятского филиала СО АН СССР, директор Бурятского комплексного НИИ и Бурятского института естественных наук СО АН СССР. Для читателей журнала “Криосфера Земли” О.В. Макеев представляет наибольший интерес как создатель основ теории почвенного криогенеза, организатор разносторонних исследований и автор основополагающих работ в области криологии почв. Олег Владимирович не был первым и единственным ученым, изучавшим влияние мерзлоты на почвообразование, но никто (во всяком случае, в отечественной науке) не ставил этот вопрос так широко, фундаментально и многогранно, никто не проявлял в изучении криогенеза такой целеустремленности и не оставил таких глубоких обобщений, как он.

В криологии почв, по его словам, “смыкаются почвоведческие и мерзлотоведческие подходы” [Макеев, 1981а, с. 127]. Он обращал внимание на то, “что концепция мерзлотного почвообразования зародилась в нашей стране одновременно с зарождением и развитием мерзлотоведения” [Макеев, 1981б], причем происходило это при исследовании одних и тех же территорий: Забайкалья и Приамурья. В экспедициях Переселенческого управления работали М.И. Сумгин – будущий основатель современной геокриологии и Н.В. Квашнин-Самарин, впервые обозначивший мерзлоту как фактор почвообразования [Квашнин-Самарин, 1911]. Работами Н.В. Квашнина-Самарина, М.М. Филатова, Б.Б. Польшова, Л.И. Прасолова, К.Д. Глинки и ряда других открывается первый этап изучения мерзлотного почвообразования, продолжившийся в 1920–1930-е гг. Обобщением результатов первоначальных исследований стала глава “Вечная мерзлота” в учебнике М.М. Филатова “География почв СССР” [1945].

Второй этап, по мнению О.В. Макеева [1981б], начинается со второй половины 1940-х гг. работой Е.И. Цыпленкина [1946], специально поставивше-

го вопрос о влиянии вечной мерзлоты на почвы и впервые предложившего схему фациального разделения Крайнего Севера. Этот этап характеризуется крупными региональными исследованиями в области распространения многолетней и сезонной мерзлоты. К ним относятся работы Н.В. Орловского на юге Западной Сибири, В.Г. Зольникова в Центральной Якутии, В.П. Мартынова в горном Прибайкалье, Н.А. Ногиной, И.А. Соколова и Т.А. Соколовой в Забайкалье. Здесь же стоит отметить первые опыты изучения гидротермических режимов почв криолитозоны [Димо, 1964; Дугаров, 1967].

С началом этого этапа развития мерзлотного почвоведения совпадает первое упоминание о мерзлоте в трудах самого О.В. Макеева. Закончив Великую Отечественную войну в звании майора, он вернулся к научной работе и в 1946 г. по предложению профессора И.В. Николаева приступил к изучению почвенного покрова Тункинского аймака, расположенного к юго-западу от оз. Байкал. Отметив существование вечной мерзлоты в Торской и Тункинской котловинах и сославшись на работу мерзлотоведа Г.Ф. Писарева [1935], изучавшего влияние криогенного фактора на миграцию веществ с почвенными растворами, молодой исследователь сделал вывод, что мерзлота способствует засолению и тормозит оподзоливание почв [Макеев, 1949].

Систематическое изучение почвенного покрова Забайкалья способствовало росту интереса О.В. Макеева к проблеме воздействия мерзлоты на почву. Этому, по-видимому, способствовала специфика региона, где, с одной стороны, проявление почвенного криогенеза выражено чрезвычайно ярко, а с другой – многолетняя мерзлота не имеет непрерывного распространения, что подчеркивает специфику строения и свойств мерзлотных почв по сравнению с немерзлотными.

На основе многолетних исследований О.В. Макеев [1959б] пришел к заключению, что влияние мерзлоты на почвообразование должно оцениваться по следующим критериям: наличие ежегодного смыкания фронтов сезонной и многолетней мерзлоты, глубина и продолжительность летнего протаивания, степень и характер надмерзлотного накопления солей. Этот принцип нашел отражение в схеме почвенного районирования Байкальского региона [Корзун, 1960].

Совместно с Н.А. Ногиной им была предложена классификация почв Средней и Восточной Сибири [Макеев, Ногина, 1962], в которую вошли семь типов мерзлотных почв: мерзлотные палевые, мерзлотно-таежные, мерзлотно-таежные заболоченные, мерзлотные перегнойно-карбонатные, мерзлотно-лугово-лесные, мерзлотно-лугово-черноземные и мерзлотно-луговые. Однако в тот момент у соавторов еще не было строго определенного трактования термина “мерзлотный”, фактически мерзлотные почвы приравнивались к криогенным. В 1968 г. Макеев в составе группы авторов [Макеев и др., 1968] настаивал на том, чтобы это название было закреплено лишь за почвами с близким (выше 2–3 м) залеганием многолетней мерзлоты. Термин “холодные почвы” появился позднее [Макеев, 1972].

“Воздействие кровли мерзлых пород на почву проявляется тем резче, чем выше она залегает и чем больше воды содержат надмерзлотные сезоннопромерзающие горизонты” [Макеев и др., 1968, с. 52–53]. Здесь же отмечалось влияние мерзлоты, весеннего переувлажнения и низких зимних температур на подвижность железа и процессы его миграции.

Большое внимание криогенезу уделялось и в работах О.В. Макеева, посвященных распространению микроэлементов в почвах Сибири. Повы-

шенное содержание марганца в мерзлотной лугово-лесной почве он связывал с особым характером миграции этого элемента в условиях мерзлотного водного режима. Была установлена аккумуляция марганца, меди и кобальта на мерзлотном водопоре, причем повышенная концентрация последнего у подошвы деятельного слоя сочеталась с низким содержанием этого элемента по профилю мерзлотной лугово-лесной почвы в целом [Макеев, 1961]. Изучение сезонной динамики показало снижение содержания подвижных форм микроэлементов в весеннее время по сравнению с состоянием после осеннего промерзания, что указывало на протекание химических реакций и процессов миграции в течение зимнего периода.

В монографии “Дерновые таежные почвы юга Средней Сибири” [1959a], написанной по материалам докторской диссертации, О.В. Макеев, перечисляя все случаи обнаружения островной мерзлоты в исследуемом регионе, отмечал ее роль в формировании структуры почвенного покрова. Он подчеркивал влияние длительной сезонной мерзлоты. Кроме того, О.В. Макеев писал о вечной мерзлоте как факторе эволюции почв. Обнаружив сходство дерново-таежных почв юга Средней Сибири с палевыми почвами Центральной Якутии и объединив их в единую “группу фациальных типов” неоподзоленных лесных почв бореального



Профессор О.В. Макеев и академик И.П. Герасимов среди участников полевого семинара по классификации почв Средней Сибири (окрестности Красноярска, июль 1962 г.).



пояса, ученый сделал предположение, что начало формирования изучаемых им профилей относится ко времени более широкого распространения многолетней мерзлоты и некоторые их признаки являются криогенными реликтами. По-видимому, с этого момента возник интерес исследователя к проблеме палеокриогенеза. В 1970-е гг. он вылился в масштабные изыскания, развернутые под руководством Олега Владимировича на Русской равнине.

Третий этап развития мерзлотного почвоведения начинается на рубеже 1960–1970-х гг. Это этап систематического и целенаправленного изучения почвенного криогенеза и почв криолитозоны, время зарождения и развития криологии почв как новой отрасли знания. В 1969 г. в толькo что возникшем Отделе почвоведения, агрохимии и комплексных мелиораций почв подмосковного Института биохимии и физиологии микроорганизмов АН СССР (г. Пущино) была учреждена лаборатория криогенных процессов в почвах, на должность заведующего которой член-корреспондент АН СССР В.А. Ковда пригласил профессора Макеева. Олег Владимирович оставил свое директорство в Улан-Удэ, переехал в г. Пущино и с большим воодушевлением принялся за дело. С этого момента почвенный криогенез из побочного увлечения становится главным предметом научной деятельности, изучению которого подчиняются все прочие интересы О.В. Макеева и его сотрудников. В 1970 г. Отдел выделился в самостоятельный Институт агрохимии и почвоведения АН СССР. Подразделение О.В. Макеева просуществовало в нем до 1978 г., а потом была воссоздано Д.А. Гиличинским в 1989 г. под названием лаборатории криологии почв.

Наличие довлеющей идеи в лаборатории гармонично сочеталось с многоплановостью и разносторонностью проводимых исследований. Олег Владимирович привлек в свой коллектив специалистов из самых разных отраслей: почвоведов, агрохимиков, мерзлотоведов, микробиологов, климатологов и даже физиков. Среди них преобладала молодежь, средний возраст сотрудников составлял 26 лет, однако большинство уже обладали значительными знаниями о почвах криолитозоны и имели опыт экспедиционной работы.

Комплексный характер лаборатории отражал широту интересов профессора О.В. Макеева и особенности его исследовательского таланта. Он не был в чистом виде ни генетиком, ни географом, ни морфологом, ни физиком, ни химиком, ни агропочвоведом, хотя немало поспособствовал развитию каждой из этих дисциплин. Как полевой работник О.В. Макеев не ограничивался маршрутно-описательной деятельностью, а стремился к сочетанию географического охвата изучаемой территории и скрупулезного анализа вещественного

состава почв со стационарными и полустационарными наблюдениями на ключевых участках. Он предпочитал не делать окончательных генетических выводов без детального исследования функционирования почвы, ее динамических характеристик. Последнее включало изучение режимов температуры, влажности, промерзания или протаивания; динамики подвижных компонентов (солей, несилкатного железа, органических соединений и т. д.) и состава почвенного воздуха; биологических процессов и биологического круговорота. Почва интересовала ученого на всех уровнях своей структурной организации, и на каждом из них он видел особую роль криогенеза: от особенностей протекания физико-химических процессов при отрицательных температурах до образования криопедосферы. Выводы теоретического характера Олег Владимирович старался соотнести с задачами сельского и лесного хозяйства, дать рекомендации по рациональному использованию почв.

За годы существования лаборатории В.М. Алифановым были выявлены географические закономерности почвообразования в Восточном Забайкалье. С.В. Максимович и О.И. Худяков установили ряд особенностей генезиса почв различных природных зон Монголии. Л.А. Фоминых исследовала влияние криогенных процессов и криогенного микрорельефа на почвенный покров Большеземельской тундры. В эти же годы было сформулировано представление о мерзлотном гидротермогеохимическом барьере, оказывающем влияние на оподзоливание, засоление, осолонцевание и оглеение почв [Макеев, 1974].

Изучение температурного режима почв и подпочвенных пород в Западной Сибири, проведенное В.Г. Чигиром, Д.А. Гиличинским и О.Н. Губиной, показало тесную связь темпов и уровня весенне-летнего протаивания профиля с температурами на подошве слоя годовых теплооборотов. Было установлено, что теплозащитные покровы играют большую роль, чем географическая широта, так как обуславливают существование положительной температурной аномалии в лесной зоне и отрицательной – в степной.

В ходе изучения погребенных почв Русской равнины (Вологодская, Владимирская и Воронежская области) Л.А. Гугалинская обнаружила, что не только сами палеопочвы, но и их палеокриогенные деформации подчиняются широтной зональности. Реликтовые признаки оказывают влияние на функционирование современных почв и структуру почвенного покрова.

В результате многолетних стационарных работ в Забайкалье А.С. Керженцевым и О.И. Худяковым были детально изучены гидротермические режимы мерзлотных и холодных почв, проводились наблюдения за сезонной динамикой содержания оксалаторастворимого железа. На стационаре

Заречное (север Читинской области) В.Е. Остроумов зафиксировал изменение льдистости мерзлой почвы вблизи стенок открытых морозобойных трещин. В слое иссушения наблюдались возрастание степени окисленности и трансформация оксидов железа, формирование водопрочных структурных агрегатов. Результаты подтвердили, что в мерзлой почве происходят окислительно-восстановительные реакции, массообмен, минеральные трансформации, структурные перестройки и другие процессы, определяющие специфичность криогенного почвообразования.

О.В. Макеев [1972] проявлял интерес к “низкотемпературной” (психрофильной и психротрофной) микрофлоре и ее поведению при криогенезе. Под его руководством изучалась сезонная динамика численности почвенных бактерий и микромитозов. Р.Р. Олейниковым проводились натурные исследования микрофлоры с помощью капилляров Перфильева, определения азотфиксирующей и гидролитической активности почв. А.Н. Буценко осуществлял наблюдения за “почвенным дыханием” в Забайкалье и Монголии.

С помощью вегетационных и полевых опытов Э.Г. Гершевич изучил влияние температуры и влажности корнеобитаемого слоя на урожайность. Он установил дозы и пропорции внесения минеральных удобрений, в какой-то мере компенсирующих неблагоприятные для сельскохозяйственных растений (яровой пшеницы) условия криогенных почв Забайкалья. В лаборатории были сформулированы принципы тепловой, водно-тепловой и химической мелиорации мерзлотных и холодных почв [Макеев, 1974; Криогенные почвы..., 1977; Макеев и др., 1986].

Не менее серьезным было отношение и к постановке экспериментов. Олег Владимирович неоднократно повторял: “Криогенез – это физический процесс, и его нужно изучать инструментально!” Во многом благодаря усилиям О.В. Макеева в институте появилось современное оборудование, широко использовавшееся сотрудниками лаборатории криогенных процессов.

Под его руководством изучались теплофизические, электромагнитные и массообменные свойства мерзлых и промерзающих почв, фазовый состав влаги, минеральные трансформации и формирования структуры дисперсных материалов в условиях криогенеза. И.Н. Василюком был создан измерительный комплекс для определения показателей полного сопротивления мерзлых почв и их отдельных компонентов переменному электрическому току. А.Е. Ваниным проводились исследования подвижности молекул воды в образцах почв и глин при отрицательных температурах. В.И. Машиновский с помощью оригинальных авторских методик изучал особенности адсорбции почвенной влаги в условиях криогенеза. В.Е. Остроумов



**О.В. Макеев с группой учеников и сотрудников на Забайкальском мерзлотном стационаре Института агрохимии и почвоведения АН СССР (Читинская область, сентябрь 1974 г.).**

Слева направо: А.С. Керженцев, В.Г. Чигир, О.В. Макеев, Л.А. Гугалинская, Э.Г. Гершевич, В.В. Керженцева, В.М. Алифанов.

исследовал подвижность и перенос ионов в образцах промерзших почв. Коллективу лаборатории удалось показать, что мерзлые почвы не являются непроницаемыми системами. Напротив, для них характерна аномально высокая и избирательная подвижность зарядов, жидкой и газовой фаз, которая объясняется не только присутствием незамерзшей влаги и повышенной скважностью, но и трансляцией за счет локальных перестроек структуры льда.

Итогом работы стал выход в свет коллективной монографии “Криогенные почвы и их рациональное использование” [1977], в которую вошли основные достижения лаборатории. Идеи, изложенные в монографии, впоследствии были развиты в серии книг, написанных учениками и сотрудниками Олега Владимировича.

Концепция почвенного криогенеза разрабатывалась О.В. Макеевым в течение 30 лет (1969–1999), в нее постоянно вносились изменения и дополнения. Наиболее известна его монография “Фазии почвенного криогенеза и особенности организации в них почвенных профилей”, вышедшая в 1981 г., но она была лишь звеном в цепи научных обобщений.

Многолетняя и сезонная мерзлота рассматривались как субфактор, действующий наряду с основными пятью факторами почвообразования. Субфакторы совмещают в себе особенности двух или нескольких факторов. В мерзлоте сочетаются особенности климата (отрицательные температуры почвенного профиля) и породы (цементация породы льдом).

Определение термина “почвенный криогенез” появилось в 1974 г.: “Под почвенным криогенезом следует понимать совокупность процессов физического, химического и биологического преобразования почвенной толщи, происходящих вследствие влияния отрицательных температур, т. е. при промерзании почв, пребывании их в промерзшем состоянии и протаивании” [Макеев, 1974, с. 7].

Развивая учение о криогенезе как о сложном процессе, О.В. Макеев [1981б] предложил свою иерархию почвообразовательных процессов, включающую глобальный почвенный, суперпочвенные, мегапочвенные, макропочвенные, мезапочвенные и микропочвенные процессы. Почвенный криогенез занимает в этой схеме особое место в силу политаксонности и коаксиальности. “Политаксонность проявляется в том, что криогенез может являться суперпочвенным процессом при формировании мегаформации криогенных почв; мегапочвенным процессом – при формировании типов мерзлых почв; макропочвенным – определяющим, например, изменение направления почвообразования на мерзлотное при агградации вечной мерзлоты; мезапочвенным – ответственным за криогенное почвообразование на всех фашиальных ... уровнях. Почвенный криогенез коаксиален, так как он действует совместно с другими специальными почвенными процессами (например, с дерновым, подзолистым и др.)” [Макеев, 1981б, с. 45].

“Как фактор почвообразования мерзлота и педокриогенез как процесс, в форме которого она проявляет свою активную функцию, выполняют и признакообразующую, и горизонтоформирующую роль” [Макеев, 1978, с. 197]. Мерзлотные признаки подразделяются на макро- и мезоморфологические (морозобойная трещиноватость, гумусовая и минеральные клинья, криотурбации, сланцеватая (криоплитчатая) структура и др.), микроморфологические (преобладание в плазменном материале оптически ориентированной глины, ооидная ориентация плазмы и др.) и режимные (температурный, водный, воздушный режимы и режим питательных веществ).

Влияние мерзлотного фактора на формирование горизонтов проявляется в развитии как специфических горизонтов (иллювиально-надмерзлотного, глеевого надмерзлотного, криотурбационного и др.), так и горизонтов с наличием некоторых мерзлотных признаков. Присутствие специфических горизонтов создает особый тип почвенного профиля и особый почвенный таксон [Макеев, 1978].

В начале 1970-х гг. были даны определения мерзлотных и холодных почв, выделенных Макеевым в качестве формаций, т. е. на самом высоком таксономическом уровне [Макеев, 1972]. В формацию мерзлотных вошли почвы, имеющие мор-

фологические криогенные признаки, профили которых замыкаются кровлей вечной мерзлоты, смыкающейся с сезонной мерзлотой; они имеют отрицательную среднегодовую температуру и находятся в мерзлом состоянии более 190–200 дней в году. В формацию холодных вошли глубокопромерзающие почвы, имеющие морфологические криогенные признаки, выраженные, как правило, слабее, чем в мерзлотных почвах; они развиваются в условиях глубоко расположенной и не смыкающейся с сезонной вечной мерзлоты или за пределами области ее распространения; имеют положительную среднегодовую температуру и находятся в мерзлом состоянии менее 180–190, но не менее 150 дней (пяти месяцев) в году. Вместе обе формации получили название мегаформации криогенных почв [Макеев, 1981б]. О.В. Макеев использовал понятие, введенное в 1957 г. Е.Н. Ивановой с соавторами для обозначения “особой группы почв, в которых специфичность процессов почвообразования в значительной мере связана с мерзлотными явлениями и низкими зимними температурами” [Иванова и др., 1957, с. 7].

Часть педосферы, испытывающая воздействие отрицательных температур, представляет собой криопедосферу – ареал промерзающих (криидных) почв, как криогенных, так и таломерзлых некриогенных [Макеев, 1972, 1981а, б, 1989]. В истории Земли криопедосфера стала занимать значительные площади примерно 25 млн лет назад, с началом процесса прогрессивного похолодания, наступившего в позднем олигоцене и миоцене. О.В. Макеев [1992] анализировал возможные пути ее эволюции в случае потепления климата.

Криопедосфера разделяется на фации, а фации, в свою очередь, – на криогенные ареалы, являющиеся элементарными единицами криологической географии почв. Под фациями (криопедохорами) почвенного криогенеза О.В. Макеев понимал «части почвенно-грунтовой оболочки суши, которые характеризуются наличием и длительностью явлений почвенного криогенеза, энергетическими затратами на нагревание и протаивание почв и энергетическими “приобретениями” от их охлаждения и промерзания, а также присутствием или отсутствием вечной мерзлоты с различной глубиной залегания ее кровли и определенным сочетанием криогенных и некриогенных почв» [Макеев, 1981б, с. 41–42]. В северной наиболее холодной части криопедосферы выделяются три фации: “1. Фация ... криогенных высокомерзлотных почв с кровлей вечной мерзлоты в период полного протаивания в пределах почвенного профиля (область сплошного распространения вечной мерзлоты в грунтах), с очень высокими энергетическими затратами на протаивание в

гидроморфных условиях и с высокими – в мезоморфных. 2. Фация ... криогенных высокомерзлотных и криогенных глубокомерзлотных (с кровлей вечной мерзлоты в период полного протаивания глубже почвенного профиля) почв и криогенных холодных глубоко сезоннопромерзающих почв с отсутствием вечной мерзлоты в грунтах (область сплошной, таликовой и островной вечной мерзлоты), с очень высокими и высокими энергетическими затратами на протаивание в гидроморфных условиях, с высокими и средними – в мезоморфных условиях и низкими – в ксероморфных условиях. 3. Фация ... криогенных холодных длительно сезоннопромерзающих и сезоннопромерзающих почв (без вечной мерзлоты в грунтах), со средними и низкими затратами на протаивание в гидроморфных условиях и низкими и очень низкими – в мезоморфных. Спорадически могут встречаться и некриогенные полухолодные и полутеплые почвы” [Макеев, 1981б, с. 42].

Необходимость расчета тепловых затрат на фазовые переходы требовала развития энергетики почвенного криогенеза, чему в значительной мере посвящена монография “Температурное поле почв: закономерности развития и почвообразующая роль”, написанная совместно с В.Е. Остроумовым [Остроумов, 1985]. В этой книге рассматривался вопрос о влиянии температурного поля на формирование парагенетической системы почвенных горизонтов в разных регионах криолитозоны. Температурное поле характеризовалось при этом через среднегодовую температуру на глубине слоя протаивания–промерзания, амплитуду годовых температурных колебаний на дневной поверхности и часть годового теплооборота, расходуемую на нагревание профиля в области положительных температур (теплообеспеченность); парагенетическая система горизонтов – через соотношение мощностей перегнойно-аккумулятивного и подзолистого горизонтов.

О.В. Макеев с сотрудниками определили пределы варьирования теплообеспеченности для основных зональных типов и степень ее отзывчивости на изменение условий теплообмена почв с граничными средами. Использование этого показателя позволило оценить тепловое состояние почв зоны отъема части стока в случае переброски вод северных рек в Среднюю Азию. Неблагоприятный прогноз последствий переброски для качества земель бассейна сибирских рек, представленный О.В. Макеевым с группой экспертов-почвоведов, стал одним из аргументов при закрытии этого проекта.

Теория почвенного криогенеза, оформившаяся в 1970–1980-е гг., вобрала ряд фундаментальных основ почвоведения, геокриологии и смежных с ними наук: во-первых, учение о генезисе почв и почвообразовательных процессах; во-вто-

рых, представление о пространственном распространении и эволюции почв; в-третьих, теплофизические закономерности развития сезонно- и многолетнемерзлых грунтов; в-четвертых, знание особенностей массообмена и структурных перестроек в дисперсных системах при отрицательных температурах и фазовых переходах вещества. Концепция О.В. Макеева впервые объединила знания о сложном наборе взаимодействующих объектов зоны криогипергенеза вместе с многообразием природных и техногенных факторов в единую непротиворечивую систему. Этим был создан фундамент для дальнейшего изучения криогенных процессов и криогенных почв.

Отдельно следует остановиться на дискуссии О.В. Макеева с группой авторов во главе с профессором И.А. Соколовым, развернувшейся в начале 1980-х гг. [Соколов и др., 1980; Макеев, 1981а,б]. Для развития мерзлотного почвоведения она была полезной и плодотворной. Критика слабых мест в трудах О.В. Макеева способствовала уточнению им таких понятий, как “почвенный криогенез” и “криопедосфера”, выделению высокомерзлотных и глубокомерзлотных почв [Макеев, 1981б, 1989].

Дискуссия выявила некоторую неопределенность в понимании границ почвенного криогенеза. И.А. Соколов с соавторами [1980] выступили против включения в это понятие всей совокупности процессов, протекающих в почве при отрицательной температуре. “Среди последних могут быть ... процессы, которые холод не только не стимулирует, но, напротив, тормозит. В этом случае сам процесс не криогенный, а явление торможения криогенно” [Соколов и др., 1980].

Наибольшие разногласия обнаружились по классификационным вопросам. По мнению И.А. Соколова, при выделении, вслед за О.В. Макеевым, мерзлотных и холодных почв в качестве формаций “генетическая сущность почв в значительной мере игнорируется”. “...Таксономический уровень классификационного выделения промерзающих, мерзлотных, криоморфных и т. п. почв может быть весьма различным в зависимости от степени выраженности криогенных признаков и от их соотношения с остальными свойствами почв” [Соколов и др., 1980, с. 123–124].

О.В. Макеев же настаивал на том, что все части неодокучаевской триады (факторы почвообразования – почвообразовательные процессы – свойства почв) имеют значение как в раскрытии генезиса почвы, так и в классификационных построениях [Макеев, 1981б]. Его уверенность в целесообразности выделения криогенных почв на самых высоких таксономических уровнях отчасти была связана с необходимостью учета экологических (факторов) и динамических (процессов), а не только материальных (свойств и признаков) характеристик в почвенной классификации.



В более поздних работах О.В. Макеев уже не столь категоричен в этом вопросе. Он признавал, что “эти термины и определяемые ими таксоны не входят в состав генетической базовой классификации почв, ни в один из ее компонентов. Они являются таксонами естественной генетической криологической классификации почв, т. е. специальной, а не базовой” [Макеев, 1989, с. 23–24].

По иронии судьбы принцип выделения почв с мерзлотой в профиле на самом высоком таксономическом уровне оказался принят не на родине О.В. Макеева, а в большинстве зарубежных стран. В последние десятилетия такой подход был реализован в международной почвенной классификации WRB, а также в национальных классификациях Канады и США. Участвуя в международной дискуссии, О.В. Макеев с удовлетворением отмечал: “В мировом почвоведении классификационное положение почв криопедосферы все более приближается к их объективной криологической характеристике” [Макеев, 1997, с. 307].

В полемической статье Олег Владимирович [Макеев, 1981а], подчеркивая важность предмета исследований мерзлотных почвоведов, обосновал необходимость обособления новой отрасли знания – криологии почв. Впоследствии было дано строгое определение: “Криология почв, или педокриология, является разделом почвоведения, посвященным изучению криогенных факторов почвообразования, криогенных процессов и явлений, имеющих ведущее значение в промерзающих–протаивающих (таломерзлых) почвах” [Макеев и др., 1986, с. 118]. Эту дисциплину он разбил на три подраздела: криологическую генетику, криологическую географию и прикладную криологию почв.

Однако на V Всесоюзной конференции “Теория почвенного криогенеза” (Пущино, 1989 г.), профессор Макеев определил криологию почв уже не как раздел почвоведения, а как самостоятельную “отрасль науки на стыке почвоведения и мерзлотоведения” [Макеев, 1991, с. 3]. Позднее было сформулировано, что объектом и предметом изучения новой науки должен стать криогенный почвенно-грунтовый комплекс [Макеев, 1997].

К идее криогенного почвенно-грунтового комплекса Олега Владимировича привел все тот же интерес к многолетней мерзлоте, которая оказывает сложное и разностороннее влияние на почвообразование и функционирование почв, которая поглощает большую часть энергии, поступающей на дневную поверхность. О.В. Макеев подчеркивал условность границ между почвой и материнской породой. Из фактора, воздействующего на объект исследований почвоведов, мерзлота превращалась в часть этого объекта. Нижнюю границу такого природного образования ученый определил как поверхность яруса земной коры с отрицатель-

ной температурой, которая не изменяется в течение нескольких лет [Макеев, 1997, 1999]. Фактически речь шла о слое годовых теплооборотов в случае мерзлотных почв. Получается, что новая концепция не могла быть применена к холодным почвам.

Классификационную проблему в криопедологии О.В. Макеев предлагал решить путем смены объектов генерализации – вместо почв генерализировать и классифицировать их “комплексы” с подстилающей мерзлотой [Макеев, 1997]. Правда, за основу при этом брались систематические признаки почв, но те, в свою очередь, определялись глубиной залегания кровли мерзлоты и другими криологическими характеристиками. Термин же “криогенные почвы” он намеревался сохранить только “как собирательный и отражающий историю вопроса”, лишив его таксономической нагрузки [Макеев, 1997, с. 308].

Столь смелые построения вызывали много возражений и не могли быть в одночасье приняты всем сообществом почвоведов. Но в них проявилась натура ученого. Олега Владимировича отличала не только яркость и оригинальность таланта, но и страстная любовь к предмету своих исследований, вера в его исключительность. Эти свойства души О.В. Макеева в сочетании с целеустремленностью и энергией помогли ему создать новое научное направление, успешно развивающееся не одно десятилетие.

В мышлении ученого не было ничего застывшего, ничего незыблемого, его воззрения находились в непрерывном развитии. Профессор Макеев до конца жизни сохранил творческий жар, душевную молодость и неподдельный интерес ко всему новому: новым объектам, новым подходам, новым темам и новым территориям. Так, в 1987 г., будучи уже пожилым человеком, Олег Владимирович принял участие в экспедиции на побережье Восточно-Сибирского моря (мыс Малый Чукочий) – абсолютно новый для него регион.

Последняя статья О.В. Макеева [1999] написана к 100-летию журнала “Почвоведение”. Она вышла в августовском номере за 1999 г., а 13 августа Олега Владимировича не стало. И хотя смерть его была неожиданной, многие восприняли эту работу как научное завещание профессора Макеева. В статье подводятся итоги многолетнего изучения почвенного криогенеза, подробно и тщательно перечисляются задачи, стоящие перед современной криологией почв. Отрадно сознавать, что это обращение выдающегося ученого не осталось без адресата. Большое количество исследователей разных направлений и разных стран продолжают начатое им дело. Большое количество учеников и последователей с теплотой и благодарностью вспоминают Олега Владимировича Макеева, чтут его память.



## Литература

- Димо В.Н.** Физические свойства и элементы теплового режима мерзлотных лугово-лесных почв // Мерзлотные почвы и их режимы. М., Наука, 1964, с. 100–158.
- Дугаров В.И.** Водно-температурный режим мерзлотных почв юго-восточной части Витимского плоскогорья (в пределах Бурятской АССР): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1967, 28 с.
- Иванова Е.Н., Лобова Е.В., Ногина Н.А., Фридланд В.М.** Развитие учения о генезисе почв в советском почвоведении // Почвоведение, 1957, № 12, с. 1–19.
- Квашнин-Самарин Н.В.** К вопросу о мерзлоте как факторе почвообразования в западной части Амурской области и на Олекминском водоразделе // Материалы по изучению русских почв. СПб., 1911, вып. 20, с. 61–88.
- Корзун М.А.** Почвенное районирование Байкальской Сибири / М.А. Корзун, О.В. Макеев, Н.А. Ногина, К.А. Уфимцева. Улан-Удэ, БКНИИ СО АН СССР, 1960, 68 с.
- Криогенные** почвы и их рациональное использование / Ред. О.В. Макеев. М., Наука, 1977, 272 с.
- Макеев О.В.** О почвах Тункинского аймака БМ АССР и их производственном использовании // Записки Бурят-монгольского НИИ культуры и экономики. Улан-Удэ, Бурят-монг. гос. изд-во, 1949, т. 9, с. 160–185.
- Макеев О.В.** Дерновые таежные почвы юга Средней Сибири (генезис, свойства и пути рационального использования) / О.В. Макеев. Улан-Удэ, Бурят. кн. изд-во, 1959а, 347 с.
- Макеев О.В.** Материалы к почвенному районированию таежно-мерзлотных и смежных с ними районов Центральной Сибири // Материалы III Межвуз. совещания по ест.-ист. и экон.-геогр. районированию СССР для целей сельского хозяйства. М., Изд-во Моск. ун-та, 1959б, с. 56–58.
- Макеев О.В.** Общие закономерности распределения микроэлементов в почвах СССР и микроэлементный состав некоторых почв Байкальской Сибири // Микроэлементы в почвах, водах и организмах Восточной Сибири и Дальнего Востока и их роль в жизни растений, животных и человека: Тр. I конф. по микроэлементам... (Улан-Удэ, дек. 1960 г.). Улан-Удэ, БКНИИ СО АН СССР, 1961, с. 7–38.
- Макеев О.В.** Криогенные процессы в почвах мерзлотных и холодных почвенно-биоклиматических фаций и хозяйственное использование этих почв // Комплексное изучение ресурсов биосферы и химизации сельского хозяйства. Пушино на Оке: Ин-т агрохимии и почвоведения АН СССР, 1972, с. 59–76.
- Макеев О.В.** Проблемы почвенного криогенеза // Почвенный криогенез. К X Междунар. конгрессу почвоведов. М., Наука, 1974, с. 7–17.
- Макеев О.В.** Мерзлота как фактор почвообразования // Проблемы почвоведения. Советские почвоведы к XI Междунар. конгрессу почвоведов. М., Наука, 1978, с. 196–201.
- Макеев О.В.** Криогенные процессы и явления в почвах (по поводу статьи Соколова с соавт.) // Почвоведение, 1981а, № 6, с. 119–127.
- Макеев О.В.** Фации почвенного криогенеза и особенности организации в них почвенных профилей / О.В. Макеев. М., Наука, 1981б, 88 с.
- Макеев О.В.** Современная концепция почвенного криогенеза, эволюция криогенных почв в голоцене и проблемы мелиорации почв с мерзлотой в профиле // Эволюция и возраст почв СССР. Пушино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1986, с. 37–46.
- Макеев О.В.** Теория почвенного криогенеза // Почвы с текстурно-дифференцированным профилем основных криогенных ареалов севера Русской равнины / А.О. Макеев, О.В. Макеев. Пушино, ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1989, с. 9–42.
- Макеев О.В.** Криология почв // Криология почв. Пушино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1991, с. 3–10.
- Макеев О.В.** Криопедология: фундаментальные и технические основы (на русском и английском языках) // Материалы I Междунар. конф. “Криопедология” и Рос.-амер. семинара “Криопедология и глобальные изменения” (Пушино, 10–16 нояб. 1992 г.). Пушино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1992, с. 9–17.
- Макеев О.В.** О классификации почв мерзлотных регионов // Итоги фундаментальных исследований криосферы Земли в Арктике и Субарктике: Материалы Междунар. конф. (Пушино, 23–26 апр. 1996 г.). Новосибирск, Наука, 1997, с. 303–309.
- Макеев О.В.** Почва, мерзлота, криопедология // Почвоведение, 1999, № 8, с. 947–957.
- Макеев О.В., Васильевская В.Д., Димо В.Н. и др.** Современные криологические проблемы докучаевского почвоведения // 100 лет генетического почвоведения. М., Наука, 1986, с. 118–125.
- Макеев О.В., Ногина Н.А.** Классификация и диагностика почв Средней и Восточной Сибири // Краткие сообщения Бурят. комплексного НИИ СО АН СССР. Сер. естеств. наук. Улан-Удэ, БКНИИ СО АН СССР, 1962, вып. 3, с. 65–72.
- Макеев О.В., Ногина Н.А., Вторушин В.А.** Своеобразие процессов почвообразования в мерзлотной тайге (на примере изучения почв Забайкалья) // Происхождение и свойства почв Забайкалья: Докл. IX Междунар. конгресса почвоведов. Улан-Удэ, Бурят. кн. изд-во, 1968, с. 51–101.
- Остроумов В.Е.** Температурное поле почв: закономерности развития и почвообразующая роль / В.Е. Остроумов, О.В. Макеев. М., Наука, 1985, 192 с.
- Писарев Г.Ф.** Вечная мерзлота в Тункинской котловине // Тр. Комиссии по изучению вечной мерзлоты АН СССР. М.; Л., Изд-во АН СССР, 1935, т. 4, с. 189–225.
- Соколов И.А., Чигир В.Г., Алифанов В.М. и др.** Понятия, терминология и классификационные вопросы изучения промерзающих почв // Почвоведение, 1980, № 12, с. 118–125.
- Филатов М.М.** География почв СССР / М.М. Филатов. М., Учпедгиз, 1945, 343 с.
- Цыпленкин Е.И.** Вечная мерзлота и почвообразование // Почвоведение, 1946, № 12, с. 709–718.

Поступила в редакцию  
19 февраля 2015 г.