

УДК 631.6:631.445.53(574.2)

ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ ПОЧВ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД И ПУТИ ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Рыспеков Т.Р.

Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан (050040), проспект аль-Фараби, 71, e-mail: rispekov_t@mail.ru

Из-за имеющихся почвенных особенностей, противоречий почвенных данных, непредсказуемости и колебаний урожаев зерновых культур, варибельностистатистических данных термометров на почвах Северного Казахстана автор показывает необходимость применения новых подходов в исследованиях особенностей функционирования почв. Один из таких подходов можно применить при изучении летней динамики температуры почв на различных глубинах. Для установления зависимости температуры почвы от данных вытяжных термометров в статье предлагают провести эксперименты по определению функций теплопроводности трещины, в сравнении с данными термометров, установленных в самой отдаленной от трещины пространстве, а также в местах пересечения нескольких трещин, и на промежуточном между термометрами удалении от трещины. При этом следует определять данные термометров, расположенных на трещинах. В зависимости от нагревания или охлаждения трещин предлагается установить их влияние на контактные с ними зоны. А также вычесть усиливающее действие их, по мере нагревания почвы, то есть к середине лета на глубьлежащие слои и функции межтрещинного пространства. В полевых условиях следует ожидать более сильные отклонения данных при изменении погодных условий на эту группу термометров. Автор ожидает более эффективные отклонения температуры под действием осадков.

Ключевые слова: температура почвы, вытяжные термометры, разные глубины, расположение термометров относительно трещин, теплопроводность трещин, функции, эксперимент.

APPROACHES TO THE ANALYSIS OF SOIL TEMPERATURE DATA OF NORTHERN KAZAKHSTAN IN SUMMER AND WAYS TO IMPROVE THEM

Ryspekov T.R.

Kazakh National University named al-Farabi, Almaty, Republic of Kazakhstan (050040), al-Farabi avenue, 71, e-mail: rispekov_t@mail.ru

Due to the existing soil characteristics, soil data contradictions, unpredictability and fluctuations of crop yields, the variability of thermometers' statistics data of soils of Northern Kazakhstan, the author shows the need of new approaches in the study of the functioning of the soil. One of these approaches can be applied in the study of the dynamics of summer soil temperatures at different depths. In order to establish depending of soil temperature on data of exhaust thermometers, article offers to conduct experiments to determine the functions of thermal cracks in comparison with the data of the thermometers installed in the most remote from the crack area, as well as at the intersection of multiple cracks, and in the interim between the thermometers away from the crack. Thus it is necessary to determine the data thermometers located on the cracks. Depending on the heating or cooling of cracks is offered to establish their influence on contact zones. And also deduct enhancing effect, by heating of the soil, which means that in the middle of summer on deep layers and functions of space between cracks. In the field conditions should be expected a stronger deviations of data at weather changing conditions on this group of thermometers. The author expects more effective deflection of temperature under the influence of rainfall.

Keywords: soil temperature, exhaust thermometers, different depths, location of thermometers with respect to cracks, temperature conductivity of cracks, functions, experiment.

Для реализации интегрированных образовательных программ в науку, а также, чтобы использовать научные подходы в образовании, требуются накопления как образовательных знаний, так и научных экспериментов. Такие подходы имеют хорошие перспективы для развития некоторых сторон науки, которые в дальнейшем могут быть направлены на улучшения показаний в экономике. Современное обучение требует совершенствования

подходов анализа некоторых данных почв Северного Казахстана, которое будет способствовать рациональному развитию растениеводства. Одной из важнейших характеристик почвы является его температурный режим.

Как известно, с тепловым режимом почв тесно связаны характер распространения корневых систем, скорость поступления к корням питательных элементов. Температурный режим почв регулирует численность микроорганизмов и их активность, минеральные преобразования и процессы разложения органических остатков и трансформации почвенного гумуса. Температура почвы контролирует фазовые переходы в системе почва – почвенный раствор – почвенный воздух, процессы растворения солей и газов, скорость выветривания минералов. Исследования тепловых свойств и особенностей годовой динамики их температур необходимы при детальном исследовании всех процессов, протекающих в почвах, при количественных расчетах солее-, водо- и газопереносов [5].

О важности точного анализа температуры почвы говорит тот факт, что летняя засуха вызывает повышенное испарение влаги из почвенных горизонтов. А почвенная засуха – это иссушение почвы в сочетании с высокими температурами воздуха и почвы. Так, по данным [6], подзона обыкновенных черноземов характеризуется периодическими засухами; подзона южных черноземов характеризуется повторяемостью засух до 25 % лет; на темнокаштановых почвах в среднем имеет повторяемость засух до 35 % лет. А на каштановых почвах имеет место повторяемости засух до 50 % лет.

В работе [4] приводят данные Е.С. Улановой (1988), где была рассчитана вероятность сильных и средних засух на территории основных зерновых районов. Чаще всего сильные засухи наблюдаются в Нижнем Поволжье, на юге Урала и в северных областях Казахстана, где вероятность их составляет 18–23 %, вместе со средними засухами 40–43 %. В этой работе [4] показано число сильных (17) и средних засух (24) на территории Северного Казахстана за период с 1891 по 1985 г.

О засухе в работе [7] отмечается, что за период 1986–1995 гг. наиболее интенсивные засушливые явления в 1989, 1991 годах охватила значительную часть и Северного Казахстана, а 1995 г. северо-западные районы республики. Более подробную зависимость по летним месяцам урожайности яровой пшеницы от засухи приводит в своей работе [3] Васько И.А. Он пишет, что засуха в июне отмечалась в 1965–1967, 1969, 1971–1972, 1975, 1977, 1980–1982 и 1984 годах.

Цель исследования и постановка задачи

Однако высокие температуры воздуха прогревают почвы изучаемого региона несколько по-другому, чем принято считать. Поэтому, несмотря на изученность температурного режима почв, мы считаем, что имеется необходимость применить новые

подходы к его определению в изучаемом регионе. Неполное представление о строении почв Северного Казахстана затрудняет выявлять взаимосвязи происходящих атмосферных и почвенных процессов в исследованиях, связанных с оценкой происходящих агрометеорологических ситуаций в почвах региона.

Целью нашей работы является показать, как на основе анализа статистических данных вытяжных термометров использовать их изменения по количеству раз, чтобы прийти к выводу о необходимости поиска новых подходов для установки вытяжных термометров на данных почвах.

Поставлены следующие задачи:

- Выделить сколько раз имеющиеся температурные данные изменялись на каждой глубине за изучаемый период;
- Систематизировать температурные данные для поиска новых путей установки вытяжных термометров на почвах изучаемой территории.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ статистических данных вытяжных термометров метеостанции Комсомолец (Карабалык), расположенного в подзоне обыкновенных черноземов, показывает некоторые противоречивые данные. В летний период повышения температуры воздуха почва с каждым днем прогревается больше и глубже. Из этого следует, что вытяжные термометры почвы определяют ее температуру в течение нескольких дней, которая выглядит закономерно, когда постепенно повышается от начала лета, до момента максимума атмосферного накопления температуры, но неожиданно эта закономерность нарушается. Нарушение закономерной зависимости повышения температуры почвы заключается в том, что мы получаем температурные данные на вытяжных термометрах, которые в ряде данных выглядят заниженными.

После достижения максимума температурного периода и прогрева атмосферного воздуха, наступает период снижения солнечной активности. При спаде летних температур почва продолжает прогреваться, передавая накопленное тепло в нижние слои. Но и в этом случае, иногда наблюдаются «скачки» температуры. На фоне изменений температуры атмосферного воздуха это является естественным для почвенных термометров, расположенных близко к поверхности почвы. Но мы наблюдаем это в глубь лежащих слоях почвы. А во многих почвах таких результатов с глубиной не наблюдают. Но их нельзя просто так нивелировать, усредняя или просто сбрасывать со счетов, как грубую ошибку и промах в определении. Полученные одновременно завышенные и заниженные температурные данные отражают ту действительность, которая происходит в почве на этих глубинах, куда из-за продвижения повышенной или пониженной температурной массы

температурные датчики принимают тепло в это время. Противоречивость данных вызвана особенностями строения почвы, которые влияют по-разному на продвижение атмосферного, почвенного воздуха, а также влаги к датчикам. По этой причине трудно анализировать и сопоставлять данные некоторых вытяжных термометров, установленных на одном участке.

Климатические условия этого региона способствуют возникновению таких ситуаций в почвах. Автор [2] приводит сведения волны тепла и холода по месяцам. В июне на большей территории области проходят 3 волны холода и 2 волны тепла, в июле и августе – 3 волны холода и 3 волны тепла. По данным [8] приведенных термоизоплет скачкообразность показаний вытяжных термометров хорошо заметна на целинных южных нормальных черноземах и на поле, находящемся в паровом состоянии.

Первым делом волны холода и тепла оказывают воздействие на поверхность почвы, от степени и вида воздействия (величины и продолжительности по времени, с осадками или без них) температуры атмосферного воздуха на поверхность, температура передается вглубь почвы. Минимальная и максимальная температуры фиксируются на соответствующих почвенных термометрах, которые располагаются на поверхности почвы. Именно показания минимального термометра при его фиксировании резкого понижения температуры на поверхности почвы четко совпадают со «скачкообразными» изменениями данных вытяжных термометров. И если в дальнейшем данные минимального термометра не фиксируют такой низкой температуры на поверхности почвы, все равно последствие пониженной температуры может сказываться и в другие последующие после понижения дни. Когда действие и последствие пониженной температуры заканчиваются, связанное с установлением соответственно нормальной летней погоде, мы должны отметить следующий момент. Не ожидаемые на эти сроки понижения температуры на глубине почвы опять относительно быстро восстанавливаются, достигая предыдущих данных и выше. То есть прилегающая к трещине основная почвенная масса, которая сохраняет тепло, передает ее в сторону трещины, а также и тепло атмосферного воздуха, воздействуя на почву, влияют вновь на повышение показателей температурных данных на вытяжных термометрах.

Для определения перехода температуры почвы вглубь мы решили выделить понижение и повышение раз температуры, где наименьшая величина равна от $0,1^{\circ}\text{C}$ и выше. При этом данные о понижении важны в ряду постоянного повышения суточных температур воздуха, а данные о повышении температуры почвы, при периоде спада летних температур атмосферного воздуха. Такие изменения количества *раз* температур почвы за 3 месяца (июнь, июль, август) по глубинам в разные годы на метеостанции Комсомолец (Карабалык) показывают роль трещин на определяемые данные в почве. Трещины, которые способны провести холодный воздух вглубь почвы, минуя основную толщу, влияют на показатели

вытяжных термометров. Имеющиеся статистические данные вытяжных термометров, которые мы анализируем, следует оговаривать, что их расположение не системно относительно почвенных трещин. Так как расположение термометров относительно трещин не известны, мы идем на данный шаг – определение понижения *раз* температуры почвы.

Роль трещин в понижении данных вытяжного термометра увеличивается с увеличением измененной температуры, а это влияет и на продолжительность в днях. Анализ изменений температуры за 1986–1990 гг. в слое 20 см показывает, что понижение и повышение достигают наибольшего количества от 15 до 21 раз, которые в сумме по дням составляли 35–46 дней (таблица). На остальных глубинах их количество убывает, за исключением слоя 160 см, где в 1990 г. количество понижения и повышения раз (14) больше, чем в слое 80 и 40 см (9 и 12 раз). Эти показатели в 1990 г. оказались выше, чем на этой глубине в другие изучаемые годы (6–8 раз). То есть условия погоды 1990 г. способствовали фиксации понижения данных вытяжного термометра, расположенного на глубине 160 см 14 раз.

Данные по количеству *раз* изменений (таблица) показывают близкие величины между 20 и 40 см глубинами, соответственно 15–21 и 9–16 количеств раз (от 35 до 46 в первой и от 29 до 40 дней во второй глубине). На глубинах 80 и 160 см количество изменений от 9 до 12 и соответственно от 6 до 14 раз в течение 5 лет, но количество дней 17–25 и 1–8.

Понижение и повышение *раз* температур почвы за лето по глубинам в разные годы метеостанции Комсомолец (Карабалык)

Глубина, см	1986	1987	1988	1989	1990	Среднее
20	21 (43 дня)	15 (39 дней)	17 (36 дней)	15 (35 дн.)	15 (46 дн.)	17 (40 дней)
40	16 (40 дней)	15 (36 дней)	13 (29 дней)	9 (29 дн.)	12 (34 дня)	13 (34 дня)
80	13 (24 дней)	11 (19 дней)	11 (17 дней)	12 (22 дня)	9 (25 дней)	9 (21 день)
160	7	7 (6 дней)	6 (6 дней)	6 (8 дней)	14 (8 дней)	8 (6 дней)
320	9 (6 дней)	7	6	8	8	7 (1 день)
В сумме понижения за лето	66 (113 дней)	55 (100 дней)	53 (88 дней)	50 (94 дня)	58 (113 дней)	56 (102 дня)

Используем подход сравнения температурных показаний между вытяжными термометрами и сопоставим их данные. «Скачкообразное» повышение температуры почвы на глубине 160 см показывает, что мы получаем такие данные только в том случае, если расположение вытяжного термометра близко к трещиноватым местам. Относительно данных ТТ№160, данные ТТ№40 изменяются больше, но могли бы изменяться более резко, если бы находились под подобным влиянием как ТТ№160. От того, что вытяжной термометр ТТ№40,

по всей видимости, находится ближе к центру межтрещинного пространства, то и данные изменяются не так резко. Мы часто наблюдаем резкое изменение данных ТТ№20, а данные ТТ№40 изменяются более плавно и с запозданием, по сравнению с данными ТТ№20.

Можно предположить, что и вытяжной термометр ТТ№80, по всей видимости, находится ближе к центру межтрещинного пространства, так ход изменения его данных не так заметен, как у ТТ№160. А вот по изменчивости данных самой глубокой точки в месте установки вытяжного термометра ТТ№320, можно отнести к тому, что на эти показатели тоже влияет проводимость трещин. Данные ТТ№320, из-за его расположения под такими местами, где они оказались под влиянием трещин, говорят и средние температуры по месяцам. В июне средние температурные данные за день составляют 4,1 и 5,1° С. С глубиной почва прогревается с каждым днем, но еще более медленнее и более равномернее, чем выше лежащие – на 0,9-1,5° С за месяц.

В июле средние данные за день составляют 5,8 и 6,4° С. Почва за этот месяц на такой глубине прогревается еще больше. Поэтому в июле месяце температурные данные почвы за день и за месяц выше, чем в июне. С глубиной почва прогревается с каждым днем, но не так быстро и резко, чем выше лежащие слои.

В августе средние данные за день составляют 7,5 и 7,9° С. Что показывает о более высокой температуре почвы на этой глубине в августе месяце за день и за месяц, чем в июне и июле. Тепло верхних слоев почвы продолжает передаваться на такую глубину.

Отсюда следует, что летом в изучаемых почвах теплообмен происходит по всей плоской поверхности сверху и по вертикальным стенам трещин вглубь почвы. Такое распределение теплой или холодной массы происходит в местах контакта трещины и межтрещинного пространства. Тогда получается, что в определенное время в некоторых частях почвы происходит частичное изменение температуры. Если вытяжные термометры оказались вблизи участка куда, подошла теплая или холодная масса термометр тут же это фиксирует. Как известно [1], в методах определения коэффициентов теплопроводности и температуропроводности почв основой расчетного метода является предположение о строго периодическом ходе температуры поверхности почвы и о постоянстве коэффициента теплопроводности по всему профилю почвы, что может рассматриваться как грубое допущение. На почвах Северного Казахстана «грубое допущение» в некоторые годы могут привести к промахам в оценке и прогнозе температурного состояния почвы. Если обычно расчетные методы подкупают тем, что можно, имея обычные данные метеорологических наблюдений, построить график гармоник и получить по ним искомые коэффициенты температуропроводности и теплопроводности, то противоречивость данных показывают

необходимость как в учете установки глубинных термометров, так и в возможности новых подходов расстановки глубинных термометров с учетом трещин в почвах.

Обычно для построения термоизоплет находят средние за определенный отрезок времени температуры почвы для каждой глубины, но если установка вытяжных термометров в основном только на межтрещинных пространствах (МП), а, возможно, и часто на трещинах, то будут получать большие отклонения в показаниях относительно друг друга.

Подходы к анализу температуры почвы и методы ее изучения должны быть немного изменены. Принято, что основным показателем теплового обмена в почве является ее температура (температурный режим) и основными условиями изучения температурного режима почвы являются [1]: А) обязательность наблюдений за температурой почвы по генетическим горизонтам и в подстилающей породе; Б) точная регистрация глубины распространения тепловой волны в суточном и годовом теплообороте; и т.д.

В нашем случае изменения в анализе температуры почвы по генетическим горизонтам и подстилающей породе в летний период следуют из особенностей строения почвы и установления зависимостей от различных погодных условий. То же касается и пункта Б, где говорится о точной регистрации глубины распространения тепловой волны. При этом суточный ход температуры почвы при резком изменении погоды можно проводить отдельным способом фиксирования температуры вытяжных термометров, то есть более дробно. Для более детальной характеристики суточного хода температуры почвы необходимо проводить замеры температуры через каждые три часа (1, 4, 7, 10, 13, 16, 19, 22) или ежечасно [1]. Последнее очень важно при определении действия резко пониженной температуры воздуха на температуру в разных глубинах трещины.

При анализе температурных данных почв Северного Казахстана в летний период, мы убеждаемся, что необходимо провести новые эксперименты. Процесс стационарного определения распространения тепла нуждается в установлении зависимости температуры почвы от теплопроводности трещин. Если при таком (нестандартном) распределении тепла распределение температуры меняется, то для установления зависимости следует проводить эксперименты с дополнительной установкой на участке вытяжных термометров.

Для установления зависимости температуры почвы от данных глубинных термометров следует провести эксперименты по определению функций по теплоемкости, теплопроводности и температуропроводности трещины $f(t)_{тр}$, самую отдаленную от трещины пространстве (МП) $f(t)_{МП}$, в местах пересечения трещин $f(t)_{уз}$, на некотором удалении от трещины $f(t)_{кз}$. При этом все функции f трещин, узловых трещин и контактной зоны усиливаются по мере нагревания почвы, то есть к середине лета и, возможно позже, а функции межтрещинного пространства изменяются мало. То есть, $f(t)_{тр}, f(t)_{уз}$

функциональные группы действуют на часть почвы, которая контактирует с ними, передавая теплую или холодную массу, а затем это передается более замедленно к центральной части. Поэтому функции $f(t)$ зависят от накопления температуры почвой, а последняя связана с длительностью периода. Период накопления температур иногда прерывается ненадолго, из-за понижения температуры атмосферного воздуха. В этом случае возникает обратная функция теплопроводности, температуропроводности и теплоемкости, потому что трещины почвы получают пониженную температуру атмосферного воздуха и теплообмен идет в обратном направлении, то есть от МП к КЗ и трещине. В начале лета возврат холодных воздушных масс бывает чаще и продолжительней. Но в это время функции $f(t)_{тр}$, $f(t)_{уз}$, $f(t)_{кз}$ более слабые, чем в середине лета. Следует ожидать, что в конце лета температурный, водный режимы почвы из года в год могут отличаться, из-за многовариантности возникающих погодных ситуаций, усложняющих анализ полученных данных глубинных термометров и происходящих в почве процессов.

По глубине вытяжных термометров более стабильные данные будут с ее увеличением, поэтому все эти функции будут дифференцированы, как от накопления температуры почвы, так и периода понижения температуры атмосферного воздуха. Условия погоды разных лет могут влиять по-разному на происходящие функции f почвенных деталей, например, жаркая и сухая погода в середине лета может смениться на прохладную и дождливую. Иногда такая ситуация конкретизируется количеством дней, которые позволяют прогнозировать степень раскрытия почвенных трещин.

Таким образом, подходы к анализу температурных данных почв Северного Казахстана в летний период в нашем случае следует рассматривать более подробно, чем принято. Так как температура выступает важным фактором интенсивности химических, физико-химических, биохимических и биологических процессов в почве следует отдельно рассматривать содержание тепла на различных глубинах с учетом функции f трещин, узловых трещин и контактной зоны, влияющих на основную часть (МП) в летний период. Показания вытяжных термометров установленных с учетом зависимостей от детальных особенностей почвы позволят точнее определить температуры на определенной глубине и связанные с ней растворение и осаждение различных соединений в почве, жизнедеятельности микроорганизмов и почвенной фауны.

В целом предлагаемый подход изучения является основой на пути более точной оценки температуры почвы, как по глубинам, так и по всей массе. Это в дальнейшем позволит прогнозировать состояние почвы, которое может быть направлено на иссушение или на сохранение почвенной влаги. От этого зависит урожайность культур региона. Такой прогноз позволит манипулировать сроками сева, объемами посевной площади, сортами или

видами культурных растений. От правильного прогноза урожаев культур Северного Казахстана экономика региона получит новый толчок к ее рациональному развитию.

Список литературы

1. Агрофизические методы исследования почв. Почвенный институт им. В.В. Докучаева / отв. ред. Долгов С.И. – М.: Наука, 1966. – 259 с.
2. Байдал М.Х. Колебания климата Кустанайской области в XX столетии. – Л.: Гидрометеоздат, 1971. – 155 с.
3. Васько И.А. Зависимость урожайности яровой пшеницы от метеорологических факторов // Интенсификация почвозащитного земледелия в Северном Казахстане. – Целиноград: сб. науч. трудов. – 1989. – С. 3-12.
4. Грингоф И.Г., Пасечнюк А.Д. Агрометеорология и агрометеорологические наблюдения. – СПб., 2005. – 552 с.
5. Почвоведение. Ч. 1. Почва и почвообразование / под ред. В.А. Ковды, Б.Г. Розанова. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
6. Семанова Е.И. Земельный фонд Казахской ССР и его качественная характеристика // Успехи почвоведения в Казахстане. – Алматы, 1975. – С.36-48.
7. Шамен А. Гидрометеорология и мониторинг природной среды Казахстана. – Алматы: Гылым, 1996. – 295 с.
8. Южные черноземы Северного Казахстана. Изменение их природных свойств при окультуривании / под ред. У.У. Успанова. – Алма-Ата: Наука, 1974. – 232 с.

Рецензенты:

Скоринцева И.Б., д.г.н., доцент, руководитель лаборатории ландшафтоведения и проблем природопользования Института географии МОН РК, г. Алматы;

Романова С.М., д.г.н., профессор кафедры общей и неорганической химии, факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им. аль-Фараби, г. Алматы.