Аграрный научный журнал. 2025. № 11. С. 136–145
Agrarian Scientific Journal. 2025;(11):136–145

АГРОИНЖЕНЕРИЯ
4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

Научная статья
УДК 504.062.4
https://doi.org/10.28983/asj.y2025i11pp136-145

Оценка динамики состояния плодородного слоя почвы, складированного в бурты в ходе нефтедобычи на агроландшафтах в условиях западных районов Оренбургской области

Иван Николаевич Глушков
Институт степи УрО РАН ОФИЦ УрО РАН, Оренбург, Россия
e-mail: i-n-g2012@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований состояния плодородного слоя почвы, складированного в бурты при организации нефтедобычи в условиях агроландшафтов Оренбургской области. Раскрыты общие особенности проведения исследований, описано применявшееся оборудование и программное обеспечение. Буртом принято называть искусственный земляной вал, сформированный из плодородного растительного слоя почвы, снятого при ведении подготовительных работ какого-либо производственного процесса. Соответственно, бурты являются неотъемлемой частью природно-техногенных геосистем нефтегазовых месторождений. Исследования проводили в условиях западных районов Оренбургской области. В ходе оценки динамики состояния плодородного слоя почвы при хранении в бурте исследовали и оценивали такие показатели, как плотность и влажность почвы, а также температурный режим. Полученные данные систематизировали и анализировали, была подготовлена и представлена графическая интерпретация полученных результатов. По результатам проведенной работы сформулированы соответствующие выводы и рекомендации, представленные в заключении.

Ключевые слова: плодородный слой почвы, бурт, нефтедобыча, влажность почвы, плотность почвы, твердомер, влагомер, температурный режим

Для цитирования: Глушков И. Н. Оценка динамики состояния плодородного слоя почвы, складированного в бурты в ходе нефтедобычи на агроландшафтах в условиях западных районов Оренбургской области // Аграрный научный журнал. 2025. № 11. С. 136–145. https://doi.org/10.28983/asj.y2025i11pp136-145.

AGRICULTURAL ENGINEERING

Original article

Assessment of the dynamics of the state of the fertile soil layer stored in cuts during oil production on agricultural landscapes in the conditions of the western areas of the Orenburg region

Ivan Nikolaevich Glushkov
Steppe Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia
e-mail: i-n-g2012@yandex.ru

Abstract. The paper presents the results of studies of the condition of the fertile soil layer stored in cuts during the organization of oil production in the conditions of agricultural landscapes of the Orenburg region. The general features of the research are disclosed, the equipment and software used are described. A cut is usually an artificial mound formed from a fertile vegetative soil layer removed during the preparatory work of any production process. Thereafter, special earthworks are an integral part of the natural and man-made geosystems of oil and gas fields. The research was conducted in the western areas of the Orenburg region. During the assessment of the dynamics of the state of the fertile soil layer when storing in a cut, such indicators as soil density and humidity, as well as temperature conditions were studied and evaluated. The data obtained were systematized and analyzed, a graphical interpretation of the results was prepared and presented. Based on the results of the work carried out, the relevant conclusions and recommendations presented in the conclusion were formulated.

Keywords: fertile soil layer, cut, oil production, soil moisture, soil density, hardness tester, moisture meter, temperature regime

For citation: Glushkov I. N. Assessment of the dynamics of the state of the fertile soil layer stored in cuts during oil production on agricultural landscapes in the conditions of the western areas of the Orenburg region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2025;(11):136–145. https://doi.org/10.28983/asj.y2025i11pp136-145

Введение. Бурт из плодородного слоя почвы – это уникальное образование, которое, являясь по факту своего возникновения искусственно созданным объектом, тем не менее, имеет все характеристики объекта природного, но при этом отличного от соседствующего с ним ландшафта [4, 8, 14]. Причем отличия эти имеют место не только в очевидной и видимой специфике рельефа, но и в ряде иных показателей: уровень связности почвы; распределение гумуса по высоте и его концентрация; динамика развития и состав флоры и фауны бурта как обособленного объекта; градация воздействия солнечного света на плодородный слой по толщине или высоте бурта; гигро- и гидроскопические характеристики плодородного слоя, хранящегося в бурте; температурные показатели; плотность почвы и др. [5, 6, 10, 18].

Поскольку качество и состояние плодородного слоя почвы наиболее значимо именно в агропромышленном производстве [13, 22], отмеченные выше моменты в особенности важны в отношении буртов, формируемых на землях сельскохозяйственного назначения при организации и проведении нефтегазодобычи [1, 2, 17]. К тому же следует отметить, что в рассматриваемом случае мы имеем дело с функционированием природно-техногенной геосистемы [9, 12].

Учитывая важность рассматриваемого вопроса, становится понятной актуальность и важность проводимых исследований, целью которых является изучение состояния буртов, образованных в ходе процессов нефтегазодобычи в степной зоне Урало-Заволжья.

Ряд проведенных нами изысканий позволяет отметить, что в зимний период плотность почвы увеличивается за счет ее промерзания, в то время как влажность уменьшается из-за низкой температуры. Весенний период характеризуется уменьшением плотности почвы вследствие повышения температуры и увеличения влажности [3, 20]. Таким образом, изменения климатических условий влияют на физические свойства почвы, что может оказать значительное воздей ствие на процессы, происходящие в почвенной экосистеме [7, 19]. Дальнейшие исследования в этой области позволят более детально изучить влияние сезонных изменений на почвенные процессы и их роль в общей динамике почвенной системы.

Материалы и методы. Исследовали почвенные бурты нефтегазового месторождения в условиях агроландшафтов запада Оренбургской области (рисунок 1), сформированные из сельскохозяйственных земель; тип угодий – пашня.

Рисунок 1 – Карта местоположения проведения измерений:
а – спутниковое наблюдение; б – схематичное наблюдение

Figure 1 – Map of the measurement location:a – satellite observation; b – schematic observation

Замеры параметров выполняли в различные сезоны – зимний и весенний, т.к. в эти периоды в условиях Оренбургской области можно ожидать наиболее существенного воздействия природно-климатических факторов на почву [15, 21]. Более конкретно выбор временных рамок и конкретных буртов для проведения исследований объясняется следующим.

1. Фактически к реализации исследований приступили в декабре 2022 г. К тому же, как отмечалось выше, в силу специфики зимних условий в Оренбуржье, в теории способных оказать негативное влияние на бурт, была необходимость выполнить замеры в начале зимы и сравнить их результаты с дальнейшими опытами, проведенными в период устоявшейся весны.

2. Первую серию замеров проводили именно на ноябрьском бурте, т.к. он был самым новым (недавно сформированным) из имеющихся на исследуемой территории на начало декабря 2022 г.

3. При этом, чтобы исключить возможность влияния на получаемые результаты не совсем устоявшегося ноябрьского бурта в силу его недавнего формирования, рассматривали еще один бурт, сформированный в апреле, т.е. более, чем за полгода до первого. Данный бурт условно именуется в работе апрельским.

Измерения проводили с помощью плотномера и влагомера (рисунок 2).

а *б*

Рисунок 2 – Проведение исследований на объекте:
а – с помощью почвенного влагомера Т-350 в весенний период; б – измерение плотности бурта с помощью плотномера почвы WileSoil в весенний период

Figure 2 – Conducting onsite research:
a – using the T-350 soil moisture meter in spring; b – measuring the density of the collar using the WileSoil soil density meter in spring

Почвенный влагомер Т-350 – это вспомогательное средство контроля влажности почвы при ирригации и других агротехнических приемах. Прибор основан на испытанной электронной технологии для проверки влажности почвы.

Влагомер использует такие показатели, как влажность, %, и температура, °С.

Плотномер почвы или пенетрометр – это прибор, измеряющий плотность и сопротивление почвы при его введении. Определение плотности почвы с помощью измерителя плотности почвы WileSoil необходимо для предотвращения уплотнений почвы. Плотномер измеряет плотность в фунтах на квадратный дюйм. Показания влажности и плотности целесообразно оставлять в относительных единицах для того, чтобы отследить динамику, а не выяснить конкретное значение показателя.

Сформулируем общий порядок методики проведения исследований для определения параметров почвы в ходе выполнения работы.

1. Замеры плотности, влажности и температуры буртов проводили по 3 серии на бурт – по краям и в середине бурта. В каждой серии выполняли шесть замеров каждого показателя, при этом изменение точек замеров в каждой серии происходило вертикально по высоте. За ноль (начальная (нижняя) точка замеров в серии) принимали основание бурта, располагающееся непосредственно на поверхности почвы. Шаг замеров между точками каждой из трех серий составлял 0,5 м по высоте бурта:1-й замер серии – 0 м (основание бурта на поверхности поля); 2…6 – 0,5…2,5 м по высоте.

2. Измерения выполняли посредством внедрения щупов в поверхность буртов и последующим измерением показателей приборами.

3. Зафиксированные данные обрабатывали с использованием ряда программ, а местоположение вносили на картографическую основу. В обработке результатов участвовали такие программы, как ArcGIS и Google Планета Земля.

Следует также отметить, что, несмотря на определенные трудности выполнения исследований зимой, их порядок и требования к ним оставались такими же, как и в весенний период, чтобы исключить возможность влияния любых внешних аспектов в разные сезоны и достичь максимальной чистоты эксперимента.

Полученные данные о местоположении и месте измерения были нанесены на картографическую основу.

Результаты исследований. Результаты измерений представлены в таблицах 1 и 2. Анализ данных в графической форме представлен на графиках рисунков 3–5.

Таблица 1 – Измерение характеристик буртов в зимний период

Table 1 – Measurement of cut characteristics in winter

Замер	Высота замера (шаг 0,5 м)	Влажность, %, серия замеров 1	Температура, °С, серия замеров 1	Плотность, фунт/дюйм^2, серия замеров 1	Влажность, %, серия замеров 2	Температура, °С, серия замеров 2	Плотность, фунт/дюйм^2, серия замеров 2	Влажность, %, серия замеров 3	Температура, °С, серия замеров 3	Плотность, фунт/дюйм^2, серия замеров 3
Бурт ноябрьский										
1	0	0,1	0,5	250	0,1	0,6	280	0,1	0,5	250
2	0,5	0,1	0,6	210	0,1	0,6	250	0,1	0,5	280
3	1,0	0,1	0,6	200	0,1	0,5	200	0,1	0,5	290
4	1,5	0,1	0,3	200	0,1	0,4	200	0,1	0,4	300
5	2,0	0,1	0,2	190	0,1	0,3	200	0,1	0,4	300
6	2,5	0,1	0,3	190	0,1	0,2	190	0,1	0,4	300
Бурт апрельский										
1	0	0,1	0,6	334	0,1	0,4	310	0,1	0,5	320
2	0,5	0,1	0,5	300	0,1	0,5	300	0,1	0,6	310
3	1,0	0,1	0,5	299	0,1	0,4	300	0,1	0,5	310
4	1,5	0,1	0,5	290	0,1	0,4	300	0,1	0,4	300
5	2,0	0,1	0,4	286	0,1	0,2	290	0,1	0,3	300
6	2,5	0,1	0,4	285	0,1	0,3	290	0,1	0,3	295

Таблица 2 – Измерение характеристик буртов в весенний период

Table 1 – Measurement of cut characteristics in spring

Замер	Высота замера (шаг 0,5 м)	Влажность, %, серия замеров 1	Температура, °С, серия замеров 1	Плотность, фунт/дюйм^2, серия замеров 1	Влажность, %, серия замеров 2	Температура, °С, серия замеров 2	Плотность, фунт/дюйм^2, серия замеров 2	Влажность, %, серия замеров 3	Температура, °С, серия замеров 3	Плотность, фунт/дюйм^2, серия замеров 3
Бурт ноябрьский										
1	0	27	7,3	339	31	7	334	34	6,6	331
2	0,5	27	6,3	327	35	6,1	332	38	5,8	320
3	1,0	32	5,1	307	35	4,9	299	38	4,9	292
4	1,5	30	4,2	280	36	4	302	39	3,9	305

Окончание таблицы 2

Замер	Высота замера (шаг 0,5 м)	Влажность, %, серия замеров 1	Температура, °С, серия замеров 1	Плотность, фунт/дюйм², серия замеров 1	Влажность, %, серия замеров 2	Температура, °С, серия замеров 2	Плотность, фунт/дюйм², серия замеров 2	Влажность, %, серия замеров 3	Температура, °С, серия замеров 3	Плотность, фунт/дюйм², серия замеров 3
5	2,0	33	3	279	40	2,7	273	43	2,5	295
6	2,5	36	2,1	266	41	1,9	280	44	1,6	268
Бурт апрельский										
1	0	24	7,3	347	28	7,1	351	32	6,8	338
2	0,5	25	6,6	323	28	6,4	341	34	6,1	313
3	1,0	30	5,5	290	29	5,3	327	37	5,1	322
4	1,5	30	4,9	301	36	4,5	293	40	4,2	276
5	2,0	33	3,8	272	40	3,3	284	43	3,0	289
6	2,5	33	2,8	278	42	2,4	280	43	2,1	278

На всех представленных выше графиках по оси абсцисс отмечены места замеров, изменение которых происходило по высоте буртов. Под нулем здесь подразумевалась поверхность земли, а шаг между точками замеров по высоте бурта составлял 0,5 м.

Изучив графическую интерпретацию полученных результатов измерений (см. рисунки 3–5), можно отметить некоторые моменты, а также характерные особенности как самого процесса хранения плодородного слоя в буртах, так и процесса выполнения замеров. Последнее позволяет не только сделать соответствующие выводы по результатам уже проведенных опытов, но и дает возможность более эффективно продолжать исследования в дальнейшем, что важно, поскольку, как отмечалось ранее, в данной работе рассматривали промежуточные результаты проводимых исследований. Они будут продолжены, потому что для получения максимально объективной картины требуется наблюдение за складированным плодородным слоем почвы и за динамикой его исследуемых показателей на протяжении нескольких сезонов.

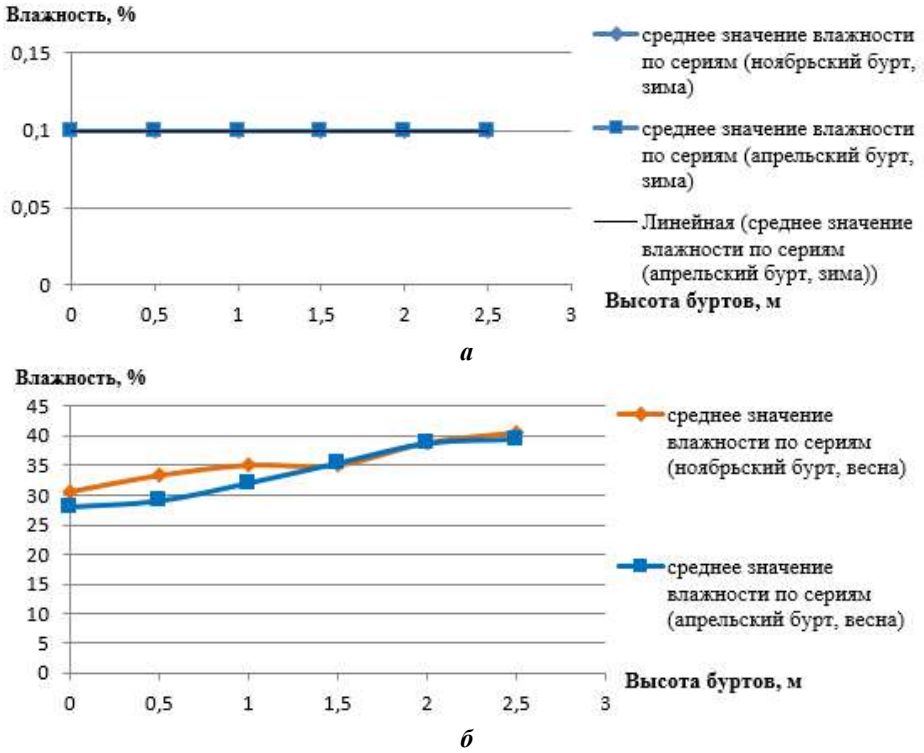
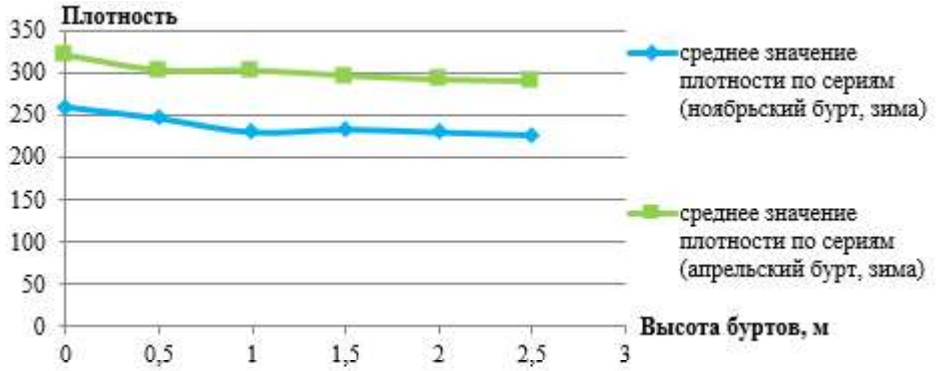
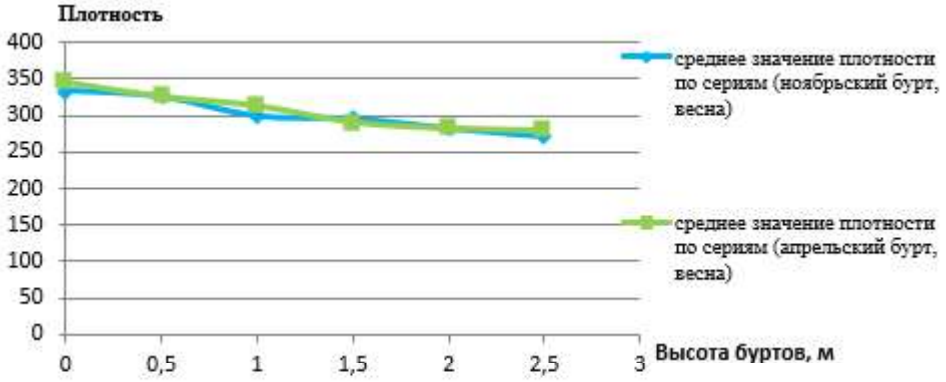


Рисунок 3 – Оценка и сравнение средних показателей влажности почвы в буртах: а – зимние замеры; б – весенние замеры

Figure 3 – Assessment and comparison of average soil moisture values in cuts: a – winter measurements; b – spring measurements



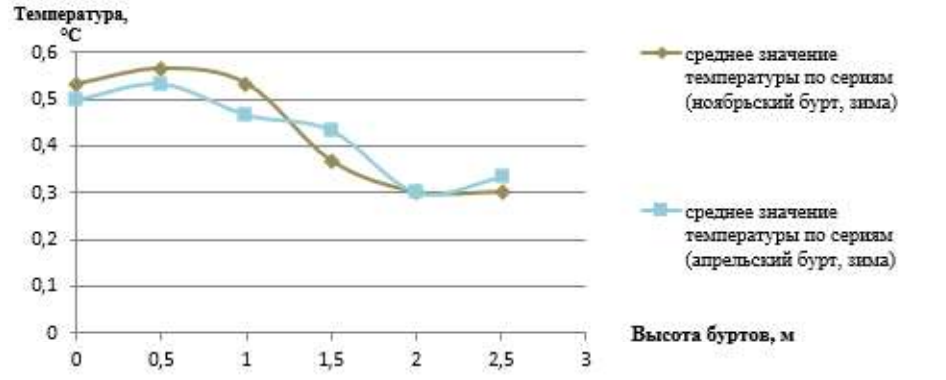
а



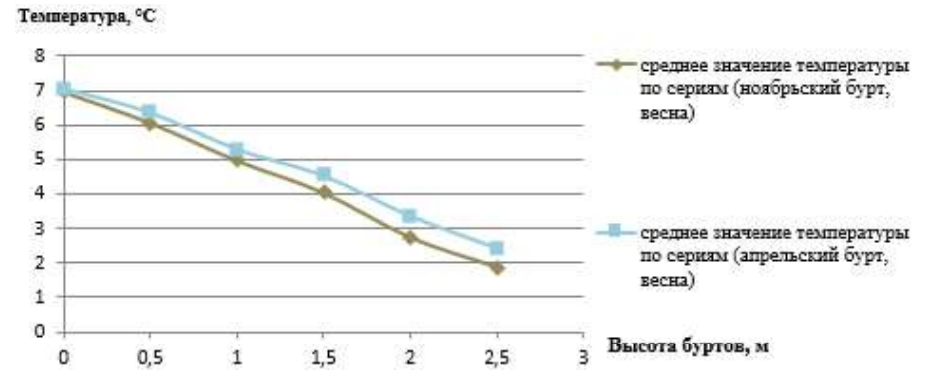
б

Рисунок 4 – Оценка и сравнение средних показателей плотности почвы в буртах: а – зимние замеры; б – весенние замеры

Figure 4 – Assessment and comparison of average soil density in cuts: a – winter measurements; b – spring measurements



а



б

Рисунок 5 – Оценка и сравнение средних показателей температур почвы в буртах: а – зимние замеры; б – весенние замеры

Figure 5 – Assessment and comparison of average soil temperatures in cuts: a – winter measurements; b – spring measurements

В отношении специфики всех представленных выше графиков в общем следует отметить, что величина достоверности аппроксимации R^2 для всех представленных графических зависимостей имеет значения, которые в целом свидетельствуют об их адекватности, т.е. о том, что полученные данные хорошо ($R^2 \geq 0{,}95$) или удовлетворительно ($0{,}8 \leq R^2 < 0{,}95$) аппроксимируются (см. рисунок 3–5). Исходя из этого, следует отметить, что наибольшей точностью (величиной достоверности аппроксимации) характеризуются данные, полученные при замерах, проводившихся на втором этапе, т.е. весной. Более того, эта ситуация характерна всем трем показателям по каждому исследуемому бурту, что дополнительно подчеркивает достоверность полученных результатов.

Продолжая оценивать и анализировать полученные графики, следует отметить моменты, которые выделяются на общем фоне. Следует обратить внимание на то, что, в отличие от всех остальных результатов, характеризующихся некоторым разбросом данных (точек на графиках), замеры влажности в зимний период (см. рисунок 3, а) имеют одинаковые значения во всех точках замеров по всей высоте в каждой серии замеров, причем они одинаковые для обоих исследуемых буртов. Объясняется это тем, что исследования этого этапа проводили в зимний период, когда промерзание почвы в буртах уже произошло, а рассматриваемый показатель уже находился в равновесном состоянии. Для данных графических зависимостей не проводили оценку достоверности, поскольку в этом не было необходимости в силу полного равенства данных во всех точках замеров для всех буртов.

Величины достоверности аппроксимации средних значений замеров по трем сериям во всех случаях ниже для зимних замеров с некоторой тенденцией в сторону удовлетворительности аппроксимации ($0{,}8 \leq R^2 < 0{,}95$), нежели ее максимальности. При этом для весеннего этапа замеров ситуация прямо противоположная – установленные показатели рассматриваемой величины находятся в диапазоне, соответствующем высокой точности ($R^2 \geq 0{,}95$). В отношении замеров зимой аппроксимация по плотности для бурта, сформированного в ноябре, несколько ниже и составляет 0,78 (см. рисунок 4, а), т.е. на границе удовлетворительной и слабой аппроксимации, что является единственным случаем для всех проводимых исследований. Эта ситуация может быть продиктована тем, что данный бурт был сформирован всего за 10 дней до проведения замеров и на момент их осуществления был еще недостаточно однородным, а процессу промерзания успел подвергнуться не на всю глубину как по причине неоднородности, так и по причине проведения замеров в начале зимы, т.е. почва не успела промерзнуть по всей глубине и толщине.

Об отмеченной выше ситуации свидетельствует как выравнивание показателей плотности ноябрьского бурта в весенний период после более продолжительной лежки, чем в первом случае ($R^2 = 0{,}96$), так и тот факт, что показатели замеров более нового ноябрьского бурта при замерах всех исследуемых величин на первом этапе несколько более разобщены, чем показатели апрельского бурта, сформированного на несколько месяцев ранее. Об этом свидетельствуют данные таблицы 1, а также тот факт, что величина достоверности аппроксимации для ноябрьского бурта на первом этапе ниже, чем для апрельского: 0,78 против 0,87 для плотности (см. рисунок 4, а); 0,81 против 0,84 для температуры (см. рисунок 5, а).

Следует отметить, что на исследуемые показатели состояния буртов в разной степени влияет сезонность.

Результаты исследования позволяют сделать вывод, что изменения плотности почвы в разные времена года связаны с изменениями температуры и влажности в данном периоде. Результаты могут быть полезны для понимания процессов, происходящих в почвенной среде, и их влияния на растительный мир. Температура и влажность влияют на качество буртов и их дальнейшее культивирование. Исследуемые процессы показывают, что при непродолжительном периоде времени существенные изменения не происходят. В дальнейших исследованиях требуются более продолжительные измерения.

Выполненные на сегодняшний день опытные исследования позволяют заключить, что замеры показателей в зимний период не имеют смысла из-за влияния погодных условий и снежного покрова на точность результатов. Эти факторы могут привести к искажению измерений местности и ошибкам [11, 12]. Также проведение замеров почвы зимой может быть нецелесообразно из-за дополнительных затрат на обогрев оборудования и персонала, а также возможного простоя производства в холодное время года. На данном же этапе работы замеры в зимний период проводили для того, чтобы наглядно продемонстрировать на практике

их дальнейшую нецелесообразность в рассматриваемые периоды, т.к. зимой происходит процесс промерзания почвы, при этом вода в почве замерзает, увеличивая объем и приводя к увеличению плотности почвы бурта. Также из-за холодной погоды влажность уменьшается из-за замедления процессов испарения. Весной же таяние снега и повышение температуры способствуют повышению влажности и уменьшению плотности почвы [16, 22]. При таянии снега вода проникает в почву, а оттепель ускоряет процессы разложения органического материала, что также способствует уменьшению плотности почвы бурта. Из этого следует, что в ходе дальнейших исследований состояние буртов необходимо оценивать в периоды до промерзания почвы, а также по завершении активного снеготаяния и прихода почвенного покрова в более однородное состояние после интенсивного увлажнения. Такие исследования будут более показательными для оценки влияния зимнего периода на состояние буртов, нежели проведение измерений непосредственно зимой.

Заключение. Проведенные измерения указывают на значимость исследования, поскольку оно имеет непосредственное отношение к нефтедобывающей и сельскохозяйственной отраслям. Изучение данного вопроса позволяет углубить понимание процессов, происходящих в почве, и разработать эффективные методы контроля и оптимизации их состояния.

По итогам представленных в работе исследований и по результатам их оценки следует отметить, что, с одной стороны, состояние плодородного слоя, складированного и хранящегося в буртах во время нефтедобычи на территориях сельскохозяйственного назначения за исследуемый период, не претерпевает существенных изменений. С другой стороны, те изменения показателей, которые все же можно отметить в динамике состояния исследуемых буртов (между первым и вторым этапами опытов), показывают целесообразность проведения дальнейших исследований. В пользу этого свидетельствуют и такие факторы, как отслеживаемая последовательность и поэтапность изменения рассматриваемых показателей как в зависимости от времени хранения буртов, так и от специфики сезонных изменений. Необходимо исследовать и сравнивать показатели в буртах с более разнообразным диапазоном сроков хранения и при более продолжительном наблюдении.

Одним из основных выводов по исследованиям является обоснование нецелесообразности проведения изысканий в устоявшийся зимний период, о чем, в частности, свидетельствует значительное влияние зимних условий на показатели влажности во всех буртах и по всем точкам замеров (полное равенство данного показателя по причине только внешнего фактора). Величины достоверности аппроксимации средних значений замеров по трем сериям во всех случаях ниже для зимних замеров с некоторой тенденцией в сторону удовлетворительности, тогда как для весеннего этапа замеров ситуация противоположная – установленные показатели рассматриваемой величины находятся в пределах, соответствующих высокой точности аппроксимации. Так, средний показатель величины достоверности аппроксимации по всем зимним замерам составляет 0,82, а по весенним – 0,97. Наименьшая величина достоверности (0,78) также получена в зимний период по плотности почвы в бурте, сформированном в ноябре, а наличие дополнительных субъективных причин только подтверждает необходимость проведения дальнейших исследований. Исследование температурного режима в буртах зимой и весной также показывает меньшую эффективность зимних опытов, поскольку показатели температуры в данном случае не имеют существенных изменений по высоте буртов (в среднем, варьируют в пределах 0,1–0,3 °С, что нельзя считать значимым).

В отношении результатов весенних исследований следует отметить, что наибольшую сходимость имеют графические зависимости исследуемых буртов по плотности. Значение разности их величин достоверности аппроксимации крайне мало и составляет всего 0,01, а среднее значение этого показателя по плотности двух буртов в весенний период составляет 0,96, что говорит о высоком уровне достоверности данных. В этой связи при проведении дальнейших исследований имеет смысл обратить внимание на показатели плотности почвы и выяснить, является ли данная ситуация типичной для всего времени года (кроме зимы) или она будет изменяться по сезонам. Также следует более четко оценить влияние на этот момент разнообразных внешних факторов.

Полученные в ходе исследования буртов данные не являются окончательными и будут дополняться и уточняться на протяжении всего периода исследования. По его завершении можно будет сформулировать рекомендации и наметить пути оптимизации таких аспектов как: определение оптимальных методов управления буртами, учитывающих климатические условия,

свойства почвы и требования различных отраслей; разработка новых технологий и подходов к мониторингу состояния буртов, к контролю за их использованием и предотвращению негативных экологических последствий; выявление и анализ факторов, влияющих на эффективность использования буртов в нефтедобыче и сельском хозяйстве; прогнозирование возможных изменений в состоянии буртов с учетом климатических и антропогенных факторов.

Для достижения отмеченных выше результатов по итогам всего комплекса исследований, один из этапов которого рассматривался в данной работе, планируется разработка классификации с обоснованием соответствующих ей критериев, которая позволит комплексно оценивать состояние буртов из снятого плодородного слоя почвы как в процессе их хранения, так и на завершающем этапе, что позволит более детально оценивать перспективы проведения дальнейших рекультивационных работ и их результатов.

Работа выполнена в рамках гос. задания ИС УРО РАН (№ГР АААА-А21-121011190016-1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брыжко В. Г. Назначение восстановления нарушенных земель в современных экономических условиях // Фундаментальные исследования. 2017. № 6. С. 105–110.

2. Волков С. Н. Правовое и экономическое стимулирование работ по землеустройству в целях освоения, организации рационального использования и охраны земель сельскохозяйственного назначения // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 4(147). С. 6–11.

3. Воронцова З. И., Шартан М. В., Сомова Д. Ю. Пути решения неэффективного использования земель сельскохозяйственного назначения // Современная наука: теоретический и практический взгляд: сб. науч. трудов по материалам XIII регион. науч. конф. Майкоп, 2016. С. 105–109.

4. Глушков И. Н., Мячина К. В. Рекультивация и возврат земель в сельскохозяйственный оборот после нефтедобычи (на примере Оренбургской области) // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 4(68). С. 473–486.

5. Глушков И. Н. Снижение негативного влияния на сельскохозяйственные земли в ходе нефтегазодобычи в Оренбургской области при снятии и хранении плодородного слоя почвы // Аграрный научный журнал. 2023. № 11. С. 29–38.

6. ГОСТ 17.4.3.02-85. Охрана природы. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ. М.: Стандартинформ, 2008. 3 с.

7. Долматова О. Н., Щерба В. Н., Банагина А. А. Организация работ по проведению рекультивации нарушенных земель на месте куста скважины Вынгпуровского месторождения ЯНАО // Геодезия, землеустройство и кадастр: наука и производство: сб. науч. трудов по материалам Междунар. науч.-практич. конф., посвящ. 100-летию высшего геодезического образования в Омском ГАУ. Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ. 2018. С. 228–231.

8. Кожевников Н. В., Заушинцена А. В. Проблема хранения плодородного слоя почвы в горнодобывающей отрасли промышленности // Вестник КемГУ. 2015. № 1. С. 10–14.

9. Косинский В. В. Природоохранный аспект в землеустройстве // Землеустройство, кадастр и мониторинг земель. 2017. № 1. С. 20–24.

10. Мячина К. В., Краснов Е. В. Пути оптимизации степных ландшафтов в условиях добычи нефти и газа // Юг России: Экология, развитие. 2021. № 1(58). С. 76–86.

11. Назаренко Е. Б., Гамсахурдия О. В. Биологическая рекультивация техногенных ландшафтов // Лесной вестник. 2013. № 4. С. 183–187.

12. Особенности формирования и принципы функционирования техногеосистем нефтегазовых месторождений / К. В. Мячина [и др.] // География и природные ресурсы. 2021. № 1. С. 16–24.

13. Оценка динамики численности миксотрофно-синтетической микрофлоры черноземов южных при различных способах почвообработки в сухостепных агроландшафтах / О. Н. Артамонова [и др.] // Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 8–10.

14. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018 г. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель» // СПС «Гарант».

15. Рекультивация нарушенных сельскохозяйственных земель на участке нефтегазоконденсатного месторождения / Н. В. Бабенышева [и др.] // Совершенствование инженерно-технического обеспечения производственных процессов и технологических систем. Материалы национ. науч.-практич. конф. с Междунар. участием. Оренбург, 2022. С. 439–443.

16. Стефанцова Т. В. Особенности организации землеустроительных работ при рекультивации нарушенных земель // Актуальные проблемы экономики, социологии и права. 2018. № 4. С. 56–58.

17. Техническая библиотека. Режим доступа: https://neftegaz.ru/tech-library/ekologiya-pozharnaya; дата обращения: 24.07.2024.

18. Хранение плодородного слоя почвы. Режим доступа: https://digital.runeft.ru/5_2020/ishchenko; дата обращения: 18.07.2024.

19. Яковлева Е. В., Степанова Л. П., Писарева А. В. Агроэкономическая оценка деградационных изменений плодородия пахотных серых лесных почв // Вестник Брянской ГСХА. 2016. № 4. С. 3–15.

20. Features of snow retention and counteraction to wind erosion of soils due to high stubble residues formed by a reaper designed for two-phase harvesting by batch method / M. Konstantinov et al. // E3S Web of Conferences. 2020. P. 01016.

21. Increase in soil moisture reserves due to the formation of high stubble residues for the accumulation of snow precipitation / M. Konstantinov et al. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. P. 666.

22. Promising areas for reducing energy costs indicators of soil tillage / M. Konstantinov et al. // 13th International Scientific Conference on Aeronautics, Automotive and Railway Engineering and Technologies. 2022. P. 030018.

REFERENCES

1. Bryzhko V. G. The purpose of restoration of disturbed lands in modern economic conditions. *Fundamental Research*. 2017;(6):105–110. (In Russ.).

2. Volkov S. N. Legal and economic stimulation of land management works for the purpose of development, organization of rational use and protection of agricultural lands. *Land Management, Monitoring, and Cadastre*. 2017;4(147):6–11. (In Russ.).

3. Vorontsova Z. I., Shartan M. V., Somova D. Yu. Ways to solve inefficient use of agricultural land. *Modern Science: A Theoretical and Practical View: a Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the XIII Regional Scientific Conference*. 2016:105–109. (In Russ.).

4. Glushkov I. N., Myachina K. V. Recultivation and return of land to agricultural circulation after oil production (on the example of the Orenburg region). *Proceedings of Nizhnevolzhsky Agrouniversity Complex: Science and Higher Vocational Education*. 2022;4(68):473–486. (In Russ.).

5. Glushkov I. N. Reduction of the negative impact on agricultural lands during oil and gas production in the Orenburg region during removal and storage of a fertile soil layer. *Agrarian Scientific Journal*. 2023;(11):29–38. (In Russ.).

6. GOST 17.4.3.02-85. Nature protection. Soils. Requirement for fertile layer conservation in perfoming earth-moving. Moscow: Standartinform, 2008. 3 p. (In Russ.).

7. Dolmatova O. N., Shcherba V. N., Banagina A. A. Organization of work on the reclamation of disturbed lands at the site of the well bush of the Vyngpurovskoye field of the Yamalo-Nenets Autonomous District. *Geodesy, Land Management and Cadastre: Science and Production: A Collection of Scientific Papers Based on the Materials of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 100th Anniversary of Higher Geodetic Education in Omsk State University*. Omsk: Publishing House of the Omsk State Pedagogical University, 2018:228–231. (In Russ.).

8. Kozhevnikov N. V., Zaushintsena A. V. The problem of storing a fertile soil layer in the mining industry. *Bulletin of Kemerovo State University.* 2015;(1):10–14. (In Russ.).

9. Kosinsky V. V. Environmental aspect in land management. *Land Management, Monitoring, and Cadastre*. 2017;(1):20–24. (In Russ.).

10. Myachina K. V., Krasnov E. V. Ways to optimize steppe landscapes in conditions of oil and gas production. *South of Russia: Ecology, Development*. 2021;1(58):76–86.

11. Nazarenko E. B., Gamsakhurdia O. V. Biological reclamation of technogenic landscapes. *Forestry Bulletin*. 2013;(4):183–187. (In Russ.).

12. Features of formation and principles of functioning of technogeosystems of oil and gas fields / K. V. Myachina, V. P. Petrishchev, A. A. Chibilev, E. V. Krasnov. *Geography and Natural Resources*. 2021;(1):16–24. (In Russ.).

13. Assessment of the dynamics of the abundance of mixotrophic synthetic microflora of southern chernozems with various methods of tillage in dry-steppe agricultural landscapes / O. N. Artamonova, I. N. Glushkov, O. A. Stepanova, T. V. Bedych, M. S. Galiev. *Agrarian Scientific Journal*. 2020;(6):8–10. (In Russ.).

14. Decree of the Government of the Russian Federation No. 800 “On land reclamation and conservation” dated 07/10/2018. *SPS “Garant”*. (In Russ.).

15. Reclamation of disturbed agricultural lands at the site of the oil and gas condensate field / N. V. Babenysheva, A. P. Nesvat, I. N. Glushkov, V. R. Samigullina, A. S. Sharova. *Improvement of Engineering and Technical Support of Production Processes and Technological Systems. Materials of the National Scientific and Practical Conference with International Participation*. Orenburg, 2022:439–443. (In Russ.).

16. Stefantsova T. V. Features of the organization of land management works during the reclamation of disturbed lands. *Law, Economics and Management*. 2018;(4):56–58. (In Russ.).

17. Technical library. Available at: https://neftegaz.ru/tech-library/ekologiya-pozharnaya; reference date: 07/24/2024. (In Russ.).

18. Storage of a fertile soil layer. Available at: https://digital.runeft.ru/5_2020/ishchenko; reference date: 07/18/2024. (In Russ.).

19. Yakovleva E. V., Stepanova L. P., Pisareva A. V. Agroeconomical assessment of degradation changes in fertility of arable gray forest soils. *Bulletin of the Bryansk Agricultural Academy*. 2016;(4):3–15. (In Russ.).

20. Features of snow retention and counteraction to wind erosion of soils due to high stubble residues formed by a reaper designed for two-phase harvesting by batch method / M. Konstantinov, I. Glushkov, A. Nesvat, I. Gerasimenko, I. Ognev. *E3S Web of Conferences.* 2020:01016.

21. Increase in soil moisture reserves due to the formation of high stubble residues for the accumulation of snow precipitation / M. Konstantinov, I. Glushkov, V. Mukhamedov, A. Lovchikov. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021:666.

22. Promising areas for reducing energy costs indicators of soil tillage / M. Konstantinov, I. Gluchkov, V. Mukhamedov, B. Nuralin, S. Drozdov. *13th International Scientific Conference on Aeronautics, Automotive and Railway Engineering and Technologies*. 2022:030018.

Статья поступила в редакцию 10.01.2025; одобрена после рецензирования 13.02.2025; принята к публикации 20.02.2025.
The article was submitted 10.01.2025; approved after reviewing 13.02.2025; accepted for publication 20.02.2025.