

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

*О.А. Власенко, Н.Л. Кураченко*

## **БОЛЬШОЙ ПРАКТИКУМ**

*Методические указания для выполнения контрольной работы*

Электронное издание

Красноярск 2017

*Рецензент*

*В.В. Келер, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры растениеводства и плодовоовощеводства*

**Власенко, О.А.**

**Большой практикум:** метод. указания для выполнения контрольной работы [Электронный ресурс] / О.А. Власенко, Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2017. – 54 с.

Издание содержит задания для контрольной работы по дисциплине «Большой практикум». Приведены краткий конспект теории, пояснения к выполнению контрольной работы, рекомендации по оформлению и критерии её оценивания.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.03 «Агрохимия и агропочвоведение», профиль «Агроэкология» заочной формы обучения.

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Красноярского государственного аграрного университета

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ВАЛОВОЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПОЧВЫ .....	5
2 СОДЕРЖАНИЕ И ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ГУМУСА.....	11
3 СОДЕРЖАНИЕ CO <sub>2</sub> КАРБОНАТОВ.....	13
4 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА .....	14
5 ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ .....	17
6 СОСТАВ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВ .....	21
7 ОСНОВНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ .....	28
8 КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «ХАРАКТЕРИСТИКА И ДИАГНОСТИКА ПОЧВ ПО ДАННЫМ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА».....	34
ЛИТЕРАТУРА .....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	53

## ВВЕДЕНИЕ

Химический анализ позволяет получить сведения о химическом составе и свойствах почвы. Для каждого типа почв характерны определённые показатели реакции почвенного раствора (рН), состава поглощённых катионов, специфическое распределение и содержание органического вещества и компонентов минеральной части по профилю. Поэтому данные о химическом составе, физико-химических и других свойствах почвы, полученные на основании лабораторных анализов, наряду с изучением морфологических признаков имеют важнейшее значение для познания генезиса, диагностики, классификации и более обоснованной агрономической оценки.

К наиболее распространённым видам анализов по характеристике состава и свойств почв относятся:

- валовой анализ минеральной части почвы;
- содержание и фракционный состав гумуса;
- содержание  $\text{CO}_2$  карбонатов;
- определение физико-химических свойств (реакции почвенного раствора, ёмкости катионного обмена, состава обменных катионов);
- определение гранулометрического состава почв;
- определение состава водной вытяжки для засоленных почв.

# 1 ВАЛОВОЙ СОСТАВ МИНЕРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПОЧВЫ

Валовым, или элементным, составом почвы называют общее содержание в почве каждого из химических элементов. Общим, или валовым, содержанием химического элемента называют суммарное содержание в почве химического элемента, входящего в состав всех его химических соединений, имеющих в почве.

Валовым анализом называют совокупность аналитических приёмов и методов анализа, позволяющих определить валовое (общее) содержание химических элементов в почве.

Методы определения валового состава минеральной части почвы и почвенного органического вещества существенно отличаются друг от друга, так как они основаны на разных принципах.

В основе методов определения элементного состава минеральной части почвы лежат реакции, приводящие к переводу химических элементов из твёрдофазных соединений в растворимое состояние.

Элементный анализ органического вещества обычно основан на реакциях окисления органических соединений с образованием газообразных продуктов.

В почвоведении и смежных науках, таких как геохимия, геология, агрохимия, результаты валового анализа минеральной части почв принято выражать в массовых долях (масса элемента или его оксида на единицу массы почвы).

В зависимости от содержания химических элементов в почвах их описывают, используя проценты (%), миллиграммы на килограмм (мг/кг, ppm) или микрограммы на килограмм (мкг/кг, ppb).

Представление результатов валового анализа в виде массовых долей оксидов элементов в высшей степени окисления связано с двумя причинами.

Во-первых, так сложилось исторически с тех пор, когда валовое содержание ряда элементов определяли в основном гравиметрическим методом. В этом случае гравиметрической формой определяемого вещества действительно часто был оксид.

Во-вторых, такой вид представления результатов позволяет оценить правильность выполнения валового анализа. Сумма массовых долей высших оксидов всех химических элементов в прокалённой навеске пробы должна составлять 100%.

При валовом анализе почв сумма массовых долей оксидов главных структурообразующих элементов (кремния, алюминия, железа,

кальция, магния, калия, натрия, титана, марганца, фосфора) обычно составляет более 99% от массы прокалённой навески. Остальные химические элементы в сумме составляют менее 1%.

Результаты валового анализа не позволяют сделать вывод о содержании в почве отдельных соединений химических элементов или их групп. Для их определения существуют специальные методы анализа.

Однако результаты валового анализа используют, когда необходимо оценить долю отдельных соединений химического элемента от его общего содержания в почве.

При расчете результатов анализа без учёта содержания органического вещества результаты определения валового состава минеральной части почвы получаются заниженными. Это происходит из-за эффекта «разбавления» минеральной части почвы органическим веществом.

Для корректного сравнения элементного состава почв с различным содержанием органического вещества необходимо рассчитывать результаты на прокалённую навеску, т.е. на почву, из которой удалено органическое вещество.

Результаты валового анализа используют в следующих целях:

- 1) для выявления сходства и различий в химическом составе исследуемых почв в целях изучения их генезиса;
- 2) изучения почвообразовательных процессов, приводящих к перераспределению химических элементов между почвенными горизонтами, почвами и почвообразующими породами, почвами сопряженных ландшафтов;
- 3) контроля химического загрязнения почв, приводящего к изменению их элементного состава.

### *Методы анализа данных о валовом составе почв*

**1. По абсолютному содержанию отдельных элементов.** Так, высокое содержание  $\text{SiO}_2$  (до 95%) свидетельствует о развитии почвы на песчаных породах с большим содержанием кварца, повышенное количество  $\text{R}_2\text{O}_3$  (30-50%) – о формировании почв на ферраллитных породах, содержание карбонатов до 30-40% и более – о развитии почв на известковых отложениях.

**2. По молекулярным отношениям.** В этом методе используются специальные коэффициенты:

$$\begin{aligned}
 K\Gamma_1 &= \text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3 \\
 K\Gamma_2 &= (\text{CaO}+\text{MgO})/\text{Al}_2\text{O}_3 \\
 K\Gamma_3 &= (\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3 \\
 K\Gamma_4 &= (\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{CaO}+\text{MgO})/\text{Al}_2\text{O}_3
 \end{aligned}$$

Все данные соотношения характерны для разных типов почв и могут быть использованы для длительной диагностики. Анализ молекулярных отношений также указывает на то, какие элементы могут накапливаться в породе в результате выветривания.

Коэффициенты  $K\Gamma_2$ ,  $K\Gamma_3$ ,  $K\Gamma_4$  используют для оценки потери и относительного накопления щелочных и щелочноземельных элементов в процессе выветривания.

Достоинства: количественное определение и возможность проверки правильности проведения валового анализа. Недостаток: рассчитываемые величины – относительны.

**3. По степени выноса элементов.** Это основной метод изучения макропроцессов почвы, основанный на сравнении данных валового анализа каждого горизонта почвы и породы (табл. 1, 2). Изменения в составе почвенного профиля, найденного таким образом, служат основой для суждения о природе процессов почвообразования.

Недостатком метода является то, что можно судить только об относительных изменениях, происходящих в профиле. Достоинства метода: простой, наглядный, быстрый.

Степень выноса

$$A = ((Q_k - Q_n) / Q_n) \times 100\%,$$

где  $Q_k$  – содержание элементов в изучаемом горизонте;

$Q_n$  – содержание элементов в почвообразующей породе;

$A$  – степень выноса.

Таблица 1 – Степень выноса элементов в подзолистой почве

Горизонт	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
A <sub>0</sub>	9,44	-18,61	-39,70	-47,28	6,16	64,29
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	11,64	-27,17	-55,61	-58,16	16,44	-21,43
B <sub>1</sub>	13,31	-33,83	-51,26	-63,6	20,55	-28,57
B <sub>2</sub>	-10,27	35,53	22,11	-37,24	21,92	0

Таблица 2 – Степень выноса элементов в чернозёме

Горизонт	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
A <sub>1</sub>	1,94	3,12	8,63	-75,9	39,13
AB <sub>1</sub>	1,09	1,15	6,47	-74,7	21,74
B <sub>1</sub>	0,41	-3,69	3,84	-63,8	13,04
B <sub>2</sub>	0,03	-2,74	2,88	-21,61	4,35

**4. С использованием элювиально-аккумулятивного коэффициента.** Элювиально-аккумулятивный коэффициент ( $E_a$ ) выражается в долях первоначального содержания данного окисла в породе:

$$E_a = (R_1(\text{SiO}_2)_0 / R_0(\text{SiO}_2)_1) - 1,$$

где  $R_1$  – содержание элемента в горизонте;

$R_0$  – содержание элемента в породе;

$(\text{SiO}_2)_1$  – содержание SiO<sub>2</sub> в горизонте;

$(\text{SiO}_2)_0$  – содержание SiO<sub>2</sub> в породе.

Степень выноса элементов и элювиально-аккумулятивный коэффициент показывают распределение SiO<sub>2</sub> и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) в профиле почвы и позволяют судить о наличии или отсутствии процессов разрушения почвенных минералов.

Выделяют два типа распределения валового содержания SiO<sub>2</sub> и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по профилю почв:

- равномерный, без существенной дифференциации. Он свойствен почвам типа чернозёмов, каштановых (табл. 1). Их генезис связан с гумусово-аккумулятивным процессом, для них не характерно разрушение почвенных минералов;

- дифференцированный, с обеднением верхних горизонтов R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и обогащением их SiO<sub>2</sub>. Вниз по профилю содержание R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> возрастает, и в иллювиальной части профиля может наблюдаться их максимум.



Таблица 3 – Валовой анализ чернозёма обыкновенного  
(Красноярская лесостепь)

Глубина, см	Гумус, %	pH кCl	S	H <sub>г</sub>	Валовой состав на прокалённую почву, %					Содержание частиц, %	
			мг-экв/ 100 г	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	<0,01 мм	<0,001 мм	
0-20	9,6	5,8	54,3	4,5	69,42	16,18	4,53	0,32	2,61	70,7	26,0
40-60	7,5	7,0	54,1	1,5	68,87	15,87	4,44	0,28	2,74	71,3	28,9
60-80	5,7	7,4	50,5	0,7	68,38	15,11	4,32	0,26	3,92	70,8	28,0
80-100	4,2	8,3	41,3	-	68,12	15,26	4,29	0,24	8,49	73,3	28,4
100-130	2,3	8,3	-	-	68,10	15,69	4,17	0,23	10,8	74,5	28,5

Таблица 4 – Валовой анализ дерново-подзолистой почвы  
(Красноярский край, Пировский район)

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	pH KCl	H <sub>г</sub>	Ca <sup>2+</sup>
			% от минеральной части почвы					мг-экв/100г	
A <sub>1</sub>	0-5	2,5	81,2	6,0	6,0	1,4	4,7	6,1	10,3
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	16-21	1,1	81,6	4,8	4,8	1,1	4,2	6,0	4,6
A <sub>2</sub> B	33-38	0,8	76,1	7,2	7,2	1,2	3,9	7,4	10,1
B <sub>1</sub>	58-63	0,8	75,4	7,4	7,4	1,1	3,8	7,0	13,0
B <sub>2</sub>	106-111	0,4	76,1	7,3	7,3	1,0	4,0	5,4	13,8
B <sub>3</sub>	145-150	0,4	73,7	8,0	8,0	1,3	4,3	6,3	15,9
C <sub>1</sub>	550-560	-	-	-	-	-	4,9	-	23,6
D <sub>1</sub>	820-830	-	-	-	-	-	5,1	-	15,3

Такое перераспределение выражено в почвах, образование которых связано с развитием процессов оподзоливания (табл. 2), лессиважа, осолодения, солонцового и элювиального процессов, а также внутрпочвенного выветривания (оглинения).

### *Примерный анализ*

В подзолистой почве отмечено накопление (относительное)  $\text{SiO}_2$  в верхних горизонтах (особенно в подзолистом  $A_2$ ) по сравнению с породой и обеднение им иллювиальных горизонтов рв (В). В распределении полуторных окислов наблюдается обратный процесс.

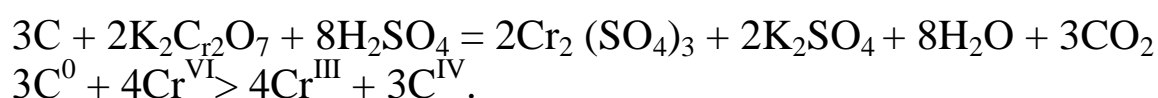
В чернозёме наивысшее отклонение и накопление всех элементов наблюдается в верхних горизонтах и постепенное уменьшение их содержания с глубиной (аккумулятивное распределение). Исключение составляет кальций, который имеет элювиальное распределение по профилю, что связано с его присутствием в материнской породе в виде карбонатов.

## 2 СОДЕРЖАНИЕ И ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ ГУМУСА

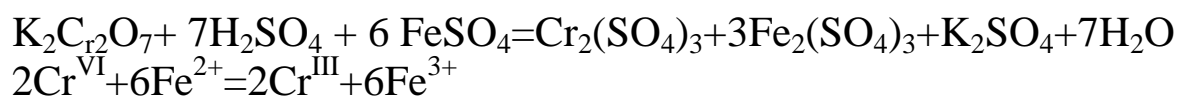
Содержание углерода в почвах может колебаться в значительных пределах как в вертикальном профиле отдельно взятой почвы, так и по генетическим типам почвообразования. Наиболее богаты органическим веществом чернозёмы, луговые и торфяные почвы, наиболее бедны почвы подзолистого ряда. В вертикальном профиле почвы максимальное содержание органического вещества приходится на органогенные горизонты (торфяной, лесную подстилку и т.д.), из минеральных горизонтов наиболее богаты органикой гумусово-аккумулятивные горизонты. С глубиной содержание органических веществ значительно уменьшается, а характер этого уменьшения является диагностическим признаком типа почвообразования.

Все методы определения общего содержания органического углерода построены на полном окислении органического вещества до углекислоты, количество которой определяют либо прямым методом (связывая  $\text{CO}_2$  каким-либо поглотителем), либо косвенным (по расходу окислителя). Выбор метода осуществляется в зависимости от цели работы, объёма анализируемых проб, возможностей лаборатории и особенностей почв.

Наиболее широко распространён метод мокрого сжигания (микрохромовый метод) И.В. Тюрина, который имеет несколько модификаций. Данный метод основан на окислении углерода гумуса почвы избытком бихромата калия согласно уравнению:



Окисление происходит в сильно кислой среде и сопровождается восстановлением шестивалентного Cr в трёхвалентный. О содержании углерода судят по остатку бихромата калия, не пошедшему на сжигание. Избыток бихромата в исследуемом растворе после окончания окисления гумуса титруют раствором соли Мора:



По разности количества бихромата (мг-экв) до и после окисления находят содержание органического углерода в почве. Для пере-

вода содержания углерода гумуса в содержание гумуса используют коэффициент 1,724, полученный экспериментальным путём. При содержании гумуса >15% метод не применяется.

**По содержанию гумуса** в верхних горизонтах выделяют почвы:

- с очень высоким содержанием гумуса (>9%);
- высоким (6-9%),
- средним (4-6%),
- низким (2-4%)
- очень низким (<2%).

Кроме содержания гумуса в верхних горизонтах необходимо описать **распределение гумуса по профилю**.

Постепенное уменьшение содержания гумуса с глубиной характерно для почв, в которых наблюдается глубокое проникновение корневых систем травянистой растительности (чернозёмы, каштановые, лугово-чернозёмные, лугово-каштановые и др.).

Резкое уменьшение содержания гумуса с глубиной свойственно тем почвам, в которых на некоторой глубине создаются неблагоприятные условия для развития корней растений (подзолистые, дерново-подзолистые, чернозёмно-луговые и т.д.).

В почвах отмечается два максимума в распределении гумуса: в верхнем горизонте, а затем после резкого снижения – на некоторой глубине. Второй максимум связан с процессами иллювиирования водорастворимых органических веществ из верхнего органогенного горизонта  $A_0$  или  $A_0^T$  (песчаные и супесчаные подзолистые, дерново-подзолистые и болотно-подзолистые почвы).

Относительно равномерное распределение гумуса по всему профилю характерно для некоторых мерзлотно-таёжных потечно-гумусовых, а также древних староорошаемых почв.

**Качественный анализ гумуса (тип гумуса).** По соотношению  $S_{гк}:S_{фк}$  различают почвы: с фульватным гумусом (<0,5) – подзолистые, болотно-подзолистые; с гуматно-фульватным (0,5-1,0) – дерново-подзолистые, солончаки, солонцы; с фульватно-гуматным (1,0-2,0) – дерново-подзолистые окультуренные, дерновые, серые лесные; с гуматным (>2,0) – чернозёмы, каштановые, лугово-чернозёмные, лугово-каштановые.

### 3 СОДЕРЖАНИЕ CO<sub>2</sub> КАРБОНАТОВ

Содержание карбонатов в верхних горизонтах почвы может колебаться в пределах 0,09-6,67%. Вниз по почвенному профилю количество CO<sub>2</sub> карбонатов может увеличиваться и достигать до 10% и выше. Накопление карбонатов в нижних горизонтах почвы связано с содержанием их в почвообразующей породе.

По происхождению карбонаты в профиле почвы могут быть первичными (породными), тогда в название почвы вводится определение «остаточно-карбонатные», или вторичными (почвенными) новообразованиями (псевдомицелий, белоглазка, карбонатная пропитка, стяжения и др.).

В верхнем горизонте накопление карбонатов кальция обусловлено не только карбонатностью материнской породы, но и жизнедеятельностью низших и высших растений, животных и микроорганизмов, т.е. имеет биогенное происхождение.

Карбонаты почв разнообразны, но в основном они состоят из кальцита CaCO<sub>3</sub>, арагонита, имеющего тот же состав, что и кальцит и доломита CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Магнезит (MgCO<sub>3</sub>), сидерит (FeCO<sub>3</sub>) и ряд других солей угольной кислоты встречаются значительно реже.

Для разрушения карбонатов пользуются соляной кислотой. Другие кислоты, например, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> не пригодны для этой цели: с кальцием они дают малорастворимые соединения CaSO<sub>4</sub> и Ca<sub>3</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>, обволакивающие почвенные карбонаты и затрудняющие их полный распад.

Определение углекислоты почвенных карбонатов позволяет установить степень карбонатности почв и по ней рассчитать содержание в почве карбонатного кальция.

Глубина залегания карбонатов во многих почвах – основной диагностический показатель для определения подтипа (например, чернозёмов) и рода (карбонатные чернозёмы). Присутствие карбонатов в почвах таёжно-лесной зоны свидетельствует о принадлежности последних к дерново-карбонатному типу или к родам подзолистых или дерново-подзолистых остаточно-карбонатных почв.

## 4 ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Определение физико-химической поглотительной способности почв начинается с установления актуальной кислотности почвы ( $pH_{\text{вод}}$ ). Её величина определяет перечень показателей поглотительной способности, которые необходимо найти для характеристики конкретной почвы.

Анализ физико-химических свойств почв даёт представление о содержании в почве элементов, находящихся на поверхности раздела двух фаз – твёрдой части почвы и почвенного раствора и способных к обмену. Элементы являются ионами и представлены преимущественно катионами. Ёмкость и состав поглощённых твёрдой фазой ионов имеют важное диагностическое значение и во многом определяют эффективное плодородие почвы.

Обменная поглотительная способность почвы обусловлена тем, что в её твёрдой фазе в тех или иных количествах присутствуют тонкодисперсные ( $< 0,1$  мкм) частицы минерального, органо-минерального и органического происхождения, которые могут вступать в реакции межфазного обмена. Это, во-первых, микрокристаллы или домены глинистых минералов (монтмориллонит, каолинит, иллит и др.); во-вторых, аморфные минеральные соединения; в-третьих, гумусовые вещества (гуматы); в-четвёртых, собственно органические коллоиды, источниками которых являются разлагающиеся органические остатки или прижизненные выделения почвенной биоты.

Все эти нерастворимые в воде тонкодисперсные вещества принято объединять под названием почвенного коллоидного комплекса (ПКК). Поскольку ПКК имеет огромную удельную поверхность (у некоторых компонентов – до  $1000 \text{ м}^2/\text{г}$ ), а следовательно, и большую способность к поглощению, его называют почвенным поглощающим комплексом (ППК). От свойств ППК во многом зависят свойства почвы в целом.

Основными показателями физико-химических свойств почв являются:

- ёмкость катионного обмена (ЕКО);
- содержание обменного кальция и магния;
- сумма обменных оснований;
- $pH$  водной и солевой вытяжки;
- обменная и гидролитическая кислотность;
- степень насыщенности почв основаниями;

- содержание обменного натрия и доля натрия в ППК.

*Ёмкость катионного обмена (ЕКО), ёмкость поглощения* – важнейшая характеристика ППК. По определению Гедройца, это сумма обменных катионов, которые можно вытеснить из почвы. Она характеризует общее количество катионов почвы, способных к обмену на катион нейтральной соли при  $pH \sim 6,5$ . Её определяют во всех почвах, но разными методами. В некоторых почвах, например, карбонатных и гипсоносных, определение ёмкости поглощения является единственным надёжным методом определения их поглотительной способности.

*Обменные  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$*  определяются в некарбонатных незасоленных, преимущественно потенциально кислых почвах. В таких почвах их величина составляет сумму *обменных оснований (S)*.

Значения ёмкости катионного обмена и суммы обменных оснований связаны с гранулометрическим составом (содержанием ила), минералогическим составом и количеством гумуса. Тяжёлые почвы, богатые илом и гумусом, имеют ЕКО 30-70 м-экв/100 г (чернозёмы, лугово-чернозёмные, луговые, тёмно-серые лесные почвы и др.). Бедные илом и гумусом почвы имеют низкую величину ЕКО  $< 10$  м-экв/100 г (подзолистые, дерново-подзолистые).

В почвах с хорошо выраженным гумусово-аккумулятивным процессом при отсутствии признаков разрушения или выноса ила из верхних горизонтов (чернозёмы, каштановые, тёмно-серые лесные и др.) наибольшая величина ЕКО отмечается в верхних гумусированных горизонтах с постепенным уменьшением к породе.

В почвах с отчётливыми элювиальными процессами (лессиваж, оподзоливание, осолодение) наименьшая величина ЕКО характерна для элювиальных горизонтов и заметно возрастает в иллювиальных и породе.

Состав обменных катионов отражает типовые и подтиповые особенности почв. Так, подзолистые, дерново-подзолистые, болотно-подзолистые, серые лесные и некоторые другие виды почв в составе обменных катионов наряду с Ca и Mg содержат H и Al. В обыкновенных, южных чернозёмах, каштановых почвах в составе ППК исчезают обменные водород и алюминий, но появляется Na. В солонцах и солонцеватых родах чернозёмов, каштановых обменный натрий содержится в повышенных количествах ( $> 3-10\%$  от ЕКО).

При исследовании солонцов и солонцеватых почв определяют *содержание обменного натрия*. Доля натрия в ППК рассчитывается по количеству Na и ЕКО.

В кислых почвах кроме обменного кальция и магния определяют *pH солевой вытяжки и титровальную потенциальную кислотность*. Последний параметр определяется в двух вариантах:

а) собственно обменная кислотность, когда учитываются ионы  $H^+$  (и  $Al^{3+}$ ), вытесняемые катионами нейтральной соли;

б) гидролитическая кислотность (Нг), определяемая с применением гидролитически щелочной соли.

Реакция почвы отражает особенности её генезиса и состава. Так, подзолистые, дерново-подзолистые почвы характеризуются кислой реакцией. Чернозёмы и каштановые имеют реакцию, близкую к нейтральной. Солонцы отличаются щелочной реакцией. Щелочная реакция также свойственна карбонатным горизонтам любых почв. Гидролитическая кислотность характерна для большинства почв таёжно-лесной (подзолистые, дерново-подзолистые, болотные) и лесостепной зон (серые лесные, оподзоленные и выщелоченные чернозёмы).

*Степень насыщенности почв основаниями (V)* рассчитывается по сумме обменных оснований и ЕКО ( $V=(S/ЕКО) \times 100\%$ ). Степень насыщенности почв основаниями (V) позволяет судить о количестве обменных оснований (обычно Ca+Mg), выраженных в процентах от ЕКО. Так, для подзолистых почв  $V= <50\%$ ; дерново-подзолистых – 60-70%; серых лесных 70-90%; чернозёмов – 90-100%; каштановых, солонцов – 100%.

Результаты определения ёмкости катионного обмена, суммы обменных оснований и содержания обменных катионов в почвах выражают в мг-экв/100 г почвы.



## 5 ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ

Всякая почвообразующая порода как продукт выветривания массивной горной породы состоит из отдельных обломков различных минералов и пород диаметром от нескольких сантиметров до нескольких миллимикрон.

Точно так же и всякая почва, развивающаяся на определённой материнской породе, состоит из частиц самой различной крупности, которые называются гранулометрическим составом. Отдельные частицы породы и почвы называются механическими элементами. Близкие по размеру элементы объединяются во фракции. Группировка частиц по размерам называется классификацией механических элементов.

В нашей стране наиболее широко применяется классификация, разработанная Н.А. Качинским. Все частицы более 1 мм называются скелетной частью почвы, менее 1 мм – мелкозёмом. Отдельные фракции по-разному влияют на свойства почв и пород.

Камни (>3мм) представлены преимущественно обломками горных пород. Каменистость – отрицательное свойство почв. На слабокаменистых почвах ускоряется износ рабочих поверхностей орудий обработки. Средне- и сильнокаменистые почвы нуждаются в мелиоративных работах по удалению камней.

Гравий (3-1 мм) состоит из обломков первичных материалов. Высокое содержание гравия в почвах не препятствует обработке, но придаёт им неблагоприятные свойства: отсутствие водоподъёмной способности, низкую влагоёмкость, провальную водопроницаемость.

Песчаная фракция (1-0,05 мм) состоит из обломков первичных минералов, прежде всего кварца и полевых шпатов. Эта фракция обладает высокой водопроницаемостью, не набухает, не пластична, однако в отличие от гравия обладает некоторой капиллярностью и влагоёмкостью. Поэтому природные пески, особенно мелкозернистые, пригодны для выращивания сельскохозяйственных культур.

Пыль крупная (0,05-0,01 мм) и средняя (0,01-0,005 мм). По минералогическому составу фракция крупной пыли мало отличается от песчаной и поэтому обладает некоторыми свойствами песка.

Для средней пыли характерно повышенное содержание слюд, придающих фракции повышенную пластичность и связность. Она лучше удерживает влагу, но обладает слабой водопроницаемостью. Поэтому почвы с высоким содержанием крупной и средней пыли распыляются, склонны к заплыванию и уплотнению.

Пыль мелкая (0,005-0,001 мм) характеризуется относительно высокой дисперсностью, способна к структурообразованию, обладает поглотительной способностью. Содержит повышенное количество гумусовых веществ. Однако она придаёт некоторые неблагоприятные свойства: мелкость, трещиноватость, плотное сложение, набухание и усадка.

Ил (< 0,001 мм) состоит из высокодисперсных вторичных минералов. Илистая фракция имеет большое значение в создании почвенного плодородия. Она обладает высокой поглотительной способностью, содержит много гумуса и элементов зольного и азотного питания растений.

Таким образом, с уменьшением размера механических элементов значительно изменяются их свойства. Свойства механических элементов претерпевают довольно резкие изменения на рубеже 0,01 мм, затем 0,005 и 0,001 мм. Это позволило разделить все механические фракции на две большие группы: физический песок >0,01 мм и физическая глина <0,01 мм.

Фракции механических элементов слагают почвы или породы в различных количественных соотношениях. Поскольку различные фракции механических элементов имеют неодинаковые свойства, то и почвы, и породы также будут обладать неодинаковыми свойствами в зависимости от разного содержания в них тех или иных фракций.

Все многообразие почв и пород по гранулометрическому составу можно объединить в несколько групп с характерными для них физическими, физико-химическими и химическими свойствами.

В основу классификации почв и пород по гранулометрическому составу положено соотношение физического песка и физической глины. В настоящее время широко распространена более совершенная классификация гранулометрического состава почв и пород Н.А. Качинского.

По этой классификации основное наименование по гранулометрическому составу производится по содержанию физического песка и физической глины и дополнительное – с учётом других преобладающих фракций: гравелистой, песчаной, крупнопылевой, пылевой и иловой.

Гранулометрический состав можно определить лабораторными и полевыми методами. Среди полевых методов используют сухой и влажный способы. При сухом способе механический состав определяют по внешним (морфологическим) свойствам, таким как твёрдость, выраженность рёбер, граней, прочность агрегатов, содержание

песка и пыли на ощупь и при растирании. При влажном способе для определения гранулометрического состава используют пластичность. Пластичность определяется содержанием частиц физической глины. Суть определения заключается в приготовлении почвы, её увлажнении до состояния густого теста и лепки последовательно шара, шнура, кольца и восьмёрки. Затем по пластичности, определённой простым способом, делают вывод относительно гранулометрического состава.

Существует много лабораторных методов, например, метод отмучивания, сифонный метод, определение плотности раствора. В настоящее время в нашей стране наибольшее распространение получил метод пипетки в варианте Н.А. Качинского.

*Данные, полученные методом Н.А. Качинского, позволяют классифицировать почву по гранулометрическому составу, т.е. определить её разновидность.* В нашей стране получила широкое распространение и утвердилась двухчленная классификация, предложенная Н.М. Сибирцевым и усовершенствованная А.Н. Сабаниным и Н.А. Качинским (табл. 5). Она опирается на соотношение двух групп фракций: физического песка  $>0,01$  и физической глины  $<0,01$  мм.

Классификация почв по гранулометрическому составу для каменистых почв должна сопровождаться указаниями на степень их каменистости (табл. 6).

Таблица 5 – Классификация почв по гранулометрическому составу (основная шкала)

Краткое название	Содержание физической глины ( $< 0,01$ мм), процент		
	подзолистый тип почвообразования	степной тип, краснозёмы и желтозёмы	солонцы и сильно-солонцеватые почвы
Песок рыхлый	0-5	0-5	0-5
Песок связный	5-10	5-10	5-10
Супесь	10-20	10-20	10-15
Суглинок лёгкий	20-30	20-30	15-20
Суглинок средний	30-40	30-45	20-30
Суглинок тяжёлый	40-50	45-60	30-40
Глина лёгкая	50-65	60-75	40-50
Глина средняя	65-80	75-85	50-65
Глина тяжелая	$> 80$	$> 85$	$> 65$

Таблица 6 – Классификация почв по каменности по Н.А. Качинскому

Частица > 3 мм, %	Степень каменности	Тип каменности
< 0,5	Некаменистая почва	Устанавливается по характеру скелетной части
0,5-5,0	Слабокаменистая	
5-10	Среднекаменистая	
> 10	Сильнокаменистая	Почвы могут быть валунными, галечниковыми, щебнистыми

*Название разновидности почвы дается по гранулометрическому составу верхнего горизонта. Название разряда почвы дается по гранулометрическому составу почвообразующей породы.*

Данные гранулометрического анализа по всему профилю являются необходимыми сведениями для суждения о генезисе данной почвы, её диагностике, степени дифференциации, литологической однородности.

## 6 СОСТАВ ВОДНОЙ ВЫТЯЖКИ ЗАСОЛЁННЫХ ПОЧВ

**Методы исследования простых солей почвы.** Основная масса твёрдого вещества почвы представлена соединениями, которые не растворяются в воде, кислотах, щелочах, органических растворителях. Однако во всех почвах имеется некоторое количество легко- и среднерастворимых (извлекаемых водой) соединений. Обычно содержание их невелико (от нескольких сотых до двух-трёх десятых процента от массы почвы), но в почвах, формирующихся на засоленных породах или при участии засоленных грунтовых вод, оно может составлять целые проценты. Среди растворимых веществ в этом случае преобладают растворимые соли. Эти соли в природной обстановке в большей части находятся в составе почвенного раствора и лишь частично – в твёрдой фазе.

Для изучения водорастворимых веществ почв используют природные почвенные растворы, выделенные различными способами (отпрессовывание, вытеснение другими жидкостями, улавливание с помощью специальных устройств-лизиметров) и искусственно приготовленные водные вытяжки из почв.

Водная вытяжка даёт представление о содержании в почве водорастворимых веществ как органических, так и минеральных, состоящих преимущественно из простых солей. В водной вытяжке можно определить как общее содержание водорастворимых веществ, так и содержание ионов  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HSiO}_3^-$  (в вытяжке с pH 8-10),  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  и  $\text{HPO}_4^{2-}$  (в вытяжках с pH 5-10),  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , и органических веществ, а также ионов водорастворимых соединений микроэлементов.

Метод водных вытяжек используют при исследовании засоленных почв, он позволяет установить степень и характер их засоления; для динамики почвенных процессов и изучения режима питательных веществ; выявления присутствия в почве вредных для растений соединений и решения других практических задач.

Действие воды на почву состоит в растворении простых солей, частично гумусовых веществ и кремнекислых соединений, а также в разложении сложных силикатов.

По степени растворимости простые соли разделяются на легко-, средне- и малорастворимые. В.А. Ковда располагает легкорастворимые соли по степени их вредности в таком порядке:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 > \text{NaHCO}_3 > \text{NaCl} > \text{CaCl}_2 > \text{Na}_2\text{SO}_4 > \text{MgCl}_2 > \text{MgSO}_4$ . В заболочен-

ных и торфяно-болотных почвах избыточное количество растворимых соединений  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  вредно для растений. Среднерастворимая соль  $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$  и малорастворимые карбонаты кальция и магния, а также фосфаты кальция, железа и алюминия переходят в вытяжку частично в зависимости от состава и концентрации равновесного раствора.

Следует иметь в виду, что с момента растворения простых солей на почву действует уже не водный, а более сложный раствор: в солончаках – солевой, в солонцах – щелочной, в подзолистых почвах – кислый. В результате воздействия на почву солевого раствора, особенно  $\text{NaCl}$ , повышается растворимость малорастворимых солей, кроме того, имеют место реакции взаимного обмена между катионами вытяжки и катионами поглощающего комплекса почвы. Щелочная реакция солонцов увеличивает растворимость гумуса, кислая реакция подзолистых и дерново-подзолистых почв способствует переходу в вытяжку полуторных окислов.

Установлено, что при 3-минутном взбалтывании почвы с водой при отношении почвы к воде 1:5 в водную вытяжку переходят все легкорастворимые соли. Суммарное содержание сульфатов ( $\text{Na}$ ,  $\text{Mg}$  и менее растворимого гипса) определяется отдельно, так как при содержании гипса более 1% веса, он не переходит полностью в вытяжку (1:5). Валовое содержание названных ионов простых солей может быть пересчитано на содержание самих солей.

Слаборастворимые в воде карбонаты  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  определяются при выделении карбонатной кислоты при обработке почвы соляной кислотой. Ионы легкорастворимых солей определяются в аликвотных частях вытяжки в основном титриметрически. Общее количество солей определяется выпариванием и взвешиванием сухого остатка (гравиметрически).

**Эквивалентная форма выражения результатов анализа водных вытяжек.** Результаты анализа водных вытяжек представляют в процентах с точностью до третьего десятичного знака и в миллиграмм-эквивалентах (мг-экв) на 100 г почвы с точностью до второго десятичного знака.

Представление данных в мг-экв является эквивалентной формой выражения результатов анализа. Данная форма позволяет установить количественное соотношение между положительно и отрицательно

заряженными ионами и выявить их взаимное насыщение. Кроме того, эта форма даёт возможность проверить точность анализа и определить содержание некоторых ионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ) по разности.

Миллиграмм-эквивалентом называют тысячную долю грамм-эквивалента. Вычисление мг-экв при объёмных определениях производят умножением числа миллилитров раствора, израсходованного на титрование, на нормальность этого раствора.

В весовых определениях для пересчёта ионов в мг-экв вес иона в миллиграммах делят на эквивалентный вес. Например, вес осадка  $\text{SO}_4^{2-}$  равен 144,09 мг, что отвечает  $\frac{144,09}{48,03} = 3 \text{ мг} - \text{экв}$ .

При пересчёте г-ионов в мг-экв так же, как и пересчёте процентного содержания иона в мг-экв, деление на эквивалентный вес заменяют умножением на множитель, равный  $\frac{1000}{\text{экв.вес}}$ . Пересчёт мг-экв в миллиграммы или граммы проводят умножением числа мг-экв на его миллиграммовое или граммовое значение. Например, 3 мг-экв  $\text{Ca}^{2+} = 3 \times 20 = 60$  мг, или  $3 \times 0,020 = 0,06$  г.

**Обработка и интерпретация результатов анализа.** Чтобы проверить, не допущены ли грубые ошибки при анализе, применяют разные *способы контроля результатов*.

1. При правильно выполненном анализе сухой остаток и сумма ионов (выраженные в процентах к массе почвы и с учётом половины общей щёлочности, так как при выпаривании половина  $\text{CO}_2$  гидрокарбонатов теряется) должны быть равны друг другу, но лишь приблизительно: с одной стороны, определяются не все ионы и при заметном содержании  $\text{K}^+$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{HSiO}_3^-$ ,  $\text{NO}_3^-$  сухой остаток превысит сумму ионов; с другой стороны, сухой остаток может оказаться меньше суммы ионов при большом количестве в почве соли  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , которая при выпаривании вытяжки гидролитически расщепляется. При *высоком содержании водорастворимого органического вещества* (болотные, подзолистые почвы), а также солей, в состав которых входит много кристаллизационной воды (засолённые почвы, содержащие сульфаты Mg и Na), сумму ионов лучше сопоставлять не с сухим, а с прокалённым остатком вытяжки. При *мутной вытяжке* и сухой, и прокалённый остаток больше суммы ионов.

2. Своевременно сделанная запись о характере вытяжки может пояснить это несоответствие. Если расхождение между сухим или прокалённым остатком и суммой ионов в прозрачной и неокрашенной органическим веществом вытяжке превышает 5% для слабозасолённых почв или 3% для сильнозасолённых, анализ следует повторить.

3. Сопоставление суммы анионов и катионов (в мг-экв). При правильно выполненном анализе они должны совпадать, исключая случаи наличия ионов, которые обычно не определяются ( $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{HSiO}^{3-}$ ,  $\text{NO}^{3-}$ ), что бывает в почвах с небольшим сухим остатком. При сокращённом варианте водной вытяжки содержание натрия определяют обычно по разности, в этом случае, на его величину приходится все ошибки аналитического определения катионов и анионов.

***Интерпретация данных водной вытяжки. Определение степени засоленности почв.*** О степени засоленности судят по общему количеству веществ, переходящих в водную вытяжку, т.е. сухому остатку или сумме отдельных компонентов, если доказана правильность выполнения анализа. Принято следующее упрощённое подразделение почв по степени засоления (величин сухого остатка, в процентах): <0,25 – незасолённые; 0,25-0,5 – слабозасолённые; 0,5-1,0 – средnezасолённые, 1,0-2,0 – сильнозасолённые; >2,0 – очень сильнозасолённые. Однако эта шкала является несколько условной, так как вредное действие солей зависит не только от их общего количества, но и от состава, т.е. типа засоления. Для почв сульфатного и хлоридно-сульфатного засоления границы между категориями засоления проходят при больших концентрациях этих ионов, чем для почв содового и смешанного засоления (табл. 7).

Кроме величины сухого остатка при установлении степени засоления учитывают глубину залегания засоленных горизонтов. Если почва до глубины 150 см имеет плотный остаток меньше 0,25%, она считается незасолённой по всему профилю. Если плотный остаток больше 0,25% обнаруживается на глубине 80-150 см, почва глубоко-солончаковатая, на глубине 30-80 см – солончаковатая, 5-30 – солончаковая. При наличии более 1% солей в слое 0-5 см почву относят к солончакам.



Таблица 7 – Группировка почв по степени засоленности  
в зависимости от типа засоления

Разновидность почв по степени засоленности	Сухой остаток (процент) при типах засоления		
	сульфатное и хлоридно-сульфатное	хлоридное и сульфатно-хлоридное	содовое и смешанное
Незасоленные	<0,3	<0,3	<0,2
Слабозасоленные	0,3-1,0	0,3-0,5	0,2-0,5
Среднезасоленные	1,0-2,0	0,5-1,0	0,5
Сильнозасоленные	2,0-3,0	1,0-2,0	0,5-0,7
Солончаки	>3,0*	>2,0**	>0,7***

\* Содержание  $SO_4^{2-} > 0,8\%$ .

\*\*Содержание  $Cl^- > 0,2\%$ .

\*\*\*Содержание  $Cl^- > 0,2\%$ ,  $SO_4^{2-} > 0,2\%$ ,  $HCO_3^- > 0,4\%$ .

*Определение типа засоления.* Качественную оценку типа засоления дают по преобладающим в водной вытяжке анионам и катионам. По составу анионов различают хлоридный, сульфатный, карбонатный и смешанные (хлоридно-сульфатный, сульфатно-хлоридный, карбонатно-сульфатный) типы; по составу катионов – натриевый, кальциевый, магниевый и смешанный. Преобладающий ион ставят в название типа засоления, отношение ионов (мг-экв), рассчитывают, пользуясь таблицей 8.

Таблица 8 – Качественный состав засоления

Тип засоления по анионам	$\frac{Cl^-}{SO_4^{2-}}$	$\frac{HCO_3^-}{Cl^- + SO_4^{2-}}$	Тип засоления по катионам	$\frac{Na^+ + K^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+}}$	$\frac{Mg^{2+}}{Ca^{2+}}$
Хлоридный	>2	-	Натриевый	> 2	-
Сульфатно-хлоридный	1-2	-	Магниево-натриевый	1-2	> 1
Хлоридно-сульфатный	0,2-1	-	Кальциево-натриевый	1-2	< 1
Сульфатный	< 2	1	Кальциево-магниевый	< 1	> 1
Сульфатно-содовый	-	> 2	Магниево-кальциевый	> 1	< 1

Название типа засоления почвы дают по тому её горизонту, где соленакопление максимальное (для солончаков – по поверхностному слою, для глубокосолончаковатых почв – по горизонту, лежащему в пределах толщи 80-150 см, и т.п.)

Для оценки относительного содержания иона в составе вытяжки и сравнения вытяжек по этому признаку вычисляют эквивалент-проценты ионов:

$$\mathcal{E} = \frac{n \cdot 100}{\Sigma},$$

где  $\mathcal{E}$  – эквивалент-процент иона;  $n$  – содержание иона в вытяжке, мг-экв;  $\Sigma$  – сумма анионов или катионов, мг-экв/100 г почвы.

Тип засоления позволяет косвенно судить о направленности процессов засоления-рассоления. Для этого используют соотношение  $\text{Cl}:\text{SO}_4^{2-}$ . Эти ионы всегда присутствуют в засоленных почвах. Ионы  $\text{Cl}^-$  более подвижны, чем  $\text{SO}_4^{2-}$ , поэтому при движении почвенных растворов хлориды опережают сульфаты. Если соотношение  $\text{Cl}:\text{SO}_4^{2-}$  в поверхностном слое больше, чем в нижних слоях или грунтовых водах, это свидетельствует о прогрессировании процесса засоления. Если происходит относительное накопление сульфатов в верхних горизонтах, это говорит об остаточном или перемежающемся засолении.

*Типы распределения солей по профилю.* Выделяют 5 типов распределения солей по профилю почв (рис. 1). Если при общем высоком содержании солей в верхней части профиля их максимум сосредоточен у поверхности (рис. 1, а), такой тип характерен для солончаков и свидетельствует о стадии прогрессирующего засоления. О наличии сезонной миграции солей или начавшемся процессе рассоления свидетельствует расположение максимума солей при общем их высоком содержании в профиле не на поверхности, а на некоторой глубине (рисунок 1, б).

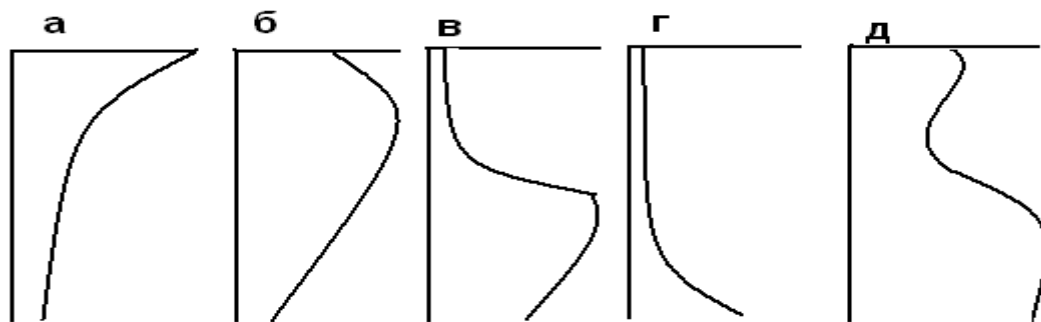
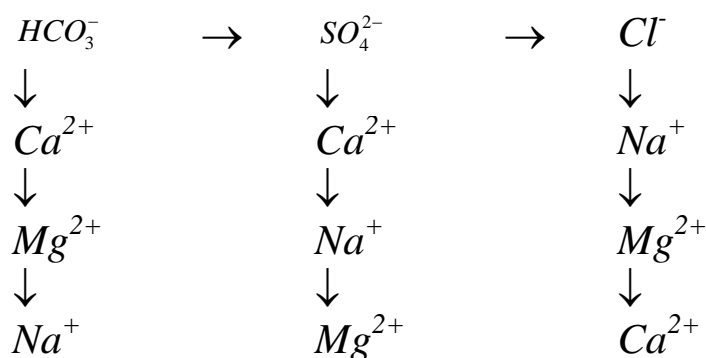


Рисунок 1 – Типы распределения солей по профилю почв

Наличие максимума солей на глубине и рассоление верхних горизонтов (рис. 1, в) говорят о формировании иллювиального по отношению к солям горизонта (солонцы). Когда при общем незначительном содержании солей их количество постепенно возрастает с глубиной (рис. 1, г), такой тип характерен для солончаковых зональных почв (чернозёмы, каштановые и др.). Если соли присутствуют в значительном количестве по всему профилю и имеется несколько солевых максимумов (рис. 1, д), такой тип распределения солей характерен для почв, в которых периоды засоления сменялись периодами рассоления.

*Оценка токсичности солей.* По данным о содержании различных ионов в водной вытяжке и по растворимости солей составляют условные (гипотетические) соли и вычисляют их количество. Последовательность связывания катионов и анионов может быть представлена схемой:



Сначала связывают  $\text{HCO}_3^-$  с эквивалентным ему количеством  $\text{Ca}^{2+}$ , т.е. вычитают число мг-экв  $\text{Ca}^{2+}$  из числа мг-экв  $\text{HCO}_3^-$ . Переводят содержание ионов в проценты, умножая на 0,061 ( $\text{HCO}_3^-$ ) и на 0,020 ( $\text{Ca}^{2+}$ ) и суммируя, находят количество соли  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ . Если количества кальция не хватает на связывание всего гидрокарбоната, то избыток  $\text{HCO}_3^-$  связывают последовательно с  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Na}^+$ . Если же  $\text{Ca}^{2+}$  больше, чем нужно для связывания  $\text{HCO}_3^-$ , то его последовательно связывают с  $\text{SO}_4^{2-}$  и  $\text{Cl}^-$  и т.д. Оставшееся количество натрия связывают со щёлочностью от карбонатов, что даёт представление о содержании соды.

Определяя сумму солей, найденных таким расчётом, сравнивают её с сухим остатком. Допустимы расхождения в пределах 10-15%.

Из имеющихся солей нетоксичными являются  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{CaSO}_4$ , остальные токсичны. Рассчитывают сумму нетоксичных и

токсичных солей в каждом горизонте, а также долю тех и других от общей суммы солей (сухого остатка).

## **7 ОСНОВНЫЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ ПОЧВ**

### **1. Подзолистые почвы. Тип профиля – $A_0 - A_0A_1(A_1) - A_2 - A_2B - B - C$**

Профиль подзолистых почв дифференцирован по содержанию ила: подзолистый горизонт обеднён, а иллювиальный по сравнению с ним заметно обогащён илистой фракцией. В почвах, развитых на песках, такой закономерности нет. Валовой химический состав минеральной части подзолистых почв показывает обеднённость подзолистого горизонта оксидами железа и алюминия и заметное его обогащение кремнезёмом по сравнению с породой. Почвы подзолистого типа характеризуются отсутствием в профиле карбонатов, невысокой ЕКО (от 2-4 м-экв/100 г в песчаных почвах до 12-17 мг-экв/100 г в супесчаных), низкой насыщенностью ( $V < 50\%$ ), кислой реакцией. Гумуса содержится мало (от 0,5 до 2-4%), он сосредоточен в небольшом по мощности горизонте (2-3 см). Тип гумуса – фульватный.

### **2. Дерново-подзолистые почвы.**

#### **Тип профиля $A_0 - A_1(A_{пах}) A_1A_2 - A_2 - A_2B - B_1 - B_2 - BC - C$**

В дерново-подзолистой почве наблюдаются такие же особенности в распределении илистой фракции, кремнезёма и полуторных оксидов по профилю, как и в подзолистой. В верхнем горизонте происходит аккумуляция Са и Mg. Для почв легкого гранулометрического состава характерно слабое увеличение содержания кремнезёма в аккумулятивном горизонте наряду с усиленным выносом полуторных оксидов. Карбонаты в профиле дерново-подзолистых почв отсутствуют. Исключение составляют почвы, сформированные на карбонатных породах. Остаточные карбонатные роды отличаются от обычных вскипанием от 10%-й HCl в горизонте В или ВС. Общее содержание гумуса значительное в аккумулятивном горизонте (2-6%), но резко падает в нижележащих слоях. Более высокая гумусированность таких почв в Сибири по сравнению с аналогичными почвами европейской части России характерна не только для пахотных земель, что может быть связано с окультуриванием, но и для почв, не вовлечённых в пашню. Тип гумуса – гуматно-фульватный. Почвы отличаются малой ёмкостью катионного обмена (10-15 м-экв/100 г) при низкой степени

насыщенности основаниями (50-70% верхней части профиля); высокой актуальной и потенциальной кислотностью верхней части профиля (особенно у целинных почв под лесом). Дерново-подзолистые почвы земледельческой части Красноярского края отличаются от своих аналогов из западных районов страны повышенной ёмкостью катионного обмена и менее кислой реакцией.

### 3. Серые лесные почвы.

**Тип профиля – А<sub>0</sub> – А<sub>1</sub>(Апах) – А<sub>1</sub>А<sub>2</sub> – А<sub>2</sub>В – В – ВС – С**

По гранулометрическому составу серые лесные почвы бывают самыми разнообразными, но чаще тяжелосуглинистыми и глинистыми. Распределение механических фракций по профилю свидетельствует о чёткой обособленности генетических горизонтов. Прослеживается вынос илистой фракции в иллювиальный горизонт. Верхние горизонты серых лесных почв обеднены полутораоксидами и обогащены оксидами кремния. Эта закономерность наиболее чётко выражена у светло-серых лесных почв и в меньшей степени – у тёмно-серых. В профиле серых лесных почв карбонаты отсутствуют. В случае развития почв на карбонатных породах и выделения остаточнокarbonатных родов возможно вскипание от 10% HCl в горизонте В.

В основе разделения серых лесных почв на подтипы светло-серых, серых и тёмно-серых лежат не только различия в морфологическом строении, но и качественные и количественные различия в содержании гумуса (табл. 9). Количество гумуса в тёмно-серых почвах уменьшается по профилю постепенно. В этом отношении они близки к чернозёмам и заметно отличаются от светло-серых и серых лесных почв, для которых характерно более резкое падение гумуса с глубиной. В составе гумуса светло-серых лесных почв преобладают фульвокислоты, а в тёмно-серых – гуминовые кислоты.

Таблица 9 – Гумусное состояние серых лесных почв

Показатель	Светло-серая	Серая	Тёмно-серая
Мощность гумусового гор. А, см	15-20	25-30	30-40
Содержание	2-3	3-4	4-5

гумуса в гор. А, %			
Запас гумуса, т/га	100-150	200	250-300

Светло-серые лесные почвы – кислые, не насыщены основаниями ( $V=70-80\%$ ). Ёмкость катионного обмена в гумусовом горизонте составляет 14-18 м-экв/100 г и возрастает в иллювиальном горизонте. Серые лесные почвы характеризуются кислой реакцией и некоторой ненасыщенностью основаниями, хотя и в несколько меньшей степени, чем светло-серые лесные почвы. ЕКО в зависимости от гранулометрического состава и содержания гумуса в горизонте  $A_1(A_{пах})$  колеблется в пределах 18-30 м-экв/100 г. Более благоприятны физико-химические свойства тёмно-серых лесных почв: ЕКО в верхнем горизонте – от 15-20 до 35-45 м-экв/100 г,  $V=80-90\%$ , реакция среды – слабокислая.

#### 4. Чернозёмы. Тип профиля – $A(A_1, A_{пах}) - AB(A_1A_2) - B(A_2B) - Bк - BСк - Cк$

Чернозёмные почвы весьма разнообразны по гранулометрическому составу. Общая их особенность – отсутствие заметных изменений гранулометрического состава в процессе почвообразования. Лишь в оподзоленных чернозёмах и частично выщелоченных наблюдается небольшое увеличение илистой фракции вниз по профилю. Некоторое обеднение илом верхней части профиля отмечается также в солонцеватых и осолоделых чернозёмах.

Особенность химического состава – относительная однородность валового состава минеральной части по профилю, иллювиальный характер распределения карбонатов и выщелоченность почв от легкорастворимых солей. Глубина залегания карбонатов является диагностическим признаком подтипов чернозёмов (табл. 10).

Таблица 10 – Глубина залегания карбонатов в чернозёмах

Подтип	Горизонт	Глубина, см
Оподзоленный	С	150
Выщелоченный	В	70-90
Обыкновенный	AB-B	20-40
Южный	А	0-20

Содержание гумуса в чернозёмах сильно варьирует (5-12%). Это зависит от условий почвообразования и гранулометрического состава. В распределении гумуса с глубиной наблюдается постепенное уменьшение его содержания. Чернозёмы отличаются преобладанием гуминовых кислот ( $C_{гк}:C_{фк}>1,5-2$ ) в составе гумуса, высокой ёмкостью поглощения (30-70 м-экв/100 г), насыщенностью ППК основаниями, близкой к нейтральной реакцией верхних горизонтов. В составе обменных катионов главная роль принадлежит Ca и Mg. В ППК оподзоленных и выщелоченных чернозёмов присутствует водород ( $V=80-90\%$ ), гидролитическая кислотность достигает 5-7 м-экв/100 г. В составе поглощённых катионов обыкновенных и южных чернозёмов находится небольшое количество Na и несколько возрастает доля Mg. В чернозёмах солонцеватых отмечается повышенное количество поглощённого Na. Горизонты, содержащие свободные карбонаты, имеют слабощелочную реакцию (pH 7,5-8,5).

### 5. Каштановые. Тип профиля – А ( $A_{пах}$ ) – Вк – ( $B_1, B_2$ ) – Вск – Сс

Для типичных каштановых почв характерно равномерное распределение илистой фракции по всему профилю. В солонцеватых родах наблюдается заметное её перемещение из верхнего горизонта в горизонт В. Валовое содержание кремнекислоты в каштановых почвах по всему профилю одинаковое, более высокое содержание кремнекислоты отмечается в горизонте В осолоделых каштановых почв. Содержание полуторных оксидов определяется степенью солонцеватости и осолодения. В каштановых солонцеватых почвах наблюдается заметное увеличение полуторных оксидов в горизонте В.

Карбонаты обнаруживаются часто с поверхности или же ниже гумусового горизонта. Степень гумусированности каштановых почв является основным критерием для их разделения на подтипы (табл. 11).

Таблица 11 – Разделение каштановых почв на подтипы по степени гумусированности

Почвы	Содержание гумуса в слое 0-15 см (дерновом или пахотном)*	
	глинистые, тяжело- и среднесуглинистые	легкосуглинистые и пылевато- супесчаные

Тёмно-каштановые	3,2-4,0 (5)	2,5-3,0 (4)
Каштановые	2,2-3,2 (4)	1,5-2,5 (3)
Светло-каштановые	1,5-2,2 (2,5)	1,0- 1,5 (2)

\*В скобках приведены показатели для целинных и старозалежных почв.

Распределение гумуса по профилю тёмно-каштановых почв равномерное. В составе гумуса преобладают гуминовые кислоты над фульвокислотами. В ППК присутствует поглощённый натрий (около 1 м-экв). Реакция верхних горизонтов почвы слабощелочная ( $pH_{H_2O}$ -7,2-7,3). В нижних горизонтах щёлочность увеличивается. Каштановые почвы занимают переходное положение между тёмно-каштановыми и светло-каштановыми. Ёмкость катионного обмена в каштановых суглинистых колеблется от 20 до 30 м-экв/100 г, в светло-каштановых она составляет 15-25 м-экв/100 г. В составе ППК преобладают Са и Mg, содержание которых составляет 85-97% ёмкости поглощения, в т.ч. 3-15% обменного Na. Реакция среды – слабощелочная и щелочная (7,2-7,5 и 8,0).

## **6. Солонцы. Тип профиля – А(Апах) – В<sub>1</sub>– В<sub>2</sub> – ВС – С**

По гранулометрическому составу солонцы обычно суглинистые и глинистые. Гранулометрический состав профиля неоднороден. Горизонт А обеднён илистой фракцией, В<sub>1</sub> содержит повышенное количество ила.

Валовой состав минеральной части также неоднороден. Горизонт А обеднён полуторными оксидами и обогащён кремнезёмом, горизонт В<sub>1</sub> всегда содержит повышенное количество полуторных оксидов. Содержание гумуса колеблется в широких пределах в зависимости от зоны, в которой они формируются (1,5-10%). В солонцах степи в составе гумуса преобладают фульвокислоты. В лесостепных солонцах фульвокислоты преобладают лишь в горизонте А, ниже от гуматного состава.

Среди поглощённых катионов наряду с Са и Mg содержится большое количество Na, количество которого в горизонте В<sub>1</sub> составляет более 20% от ёмкости катионного обмена. ЕКО варьирует от 10-15 до 40-50 м-экв/100 г почвы, наибольшая её величина характерна для иллювиально-солонцового горизонта В<sub>1</sub>. Реакция почвенного раствора в нижней части профиля щелочная, в надсолонцовом горизонте нейтральная или слабощелочная. Солонцы – засоленные на глубине почвы. Легкорастворимые соли содержатся в подсолонцовом



и глубоколежащих горизонтах. В этих же горизонтах содержатся гипс и карбонаты.

## **7. Солончаки. Тип профиля – Ас – Вс – Сс**

По гранулометрическому составу солончаки чаще всего суглинистые и глинистые. Равномерное распределение илистых частиц, кремния и полуторных оксидов – одна из характерных особенностей типичных солончаков. Содержание гумуса в верхних горизонтах солончаков колеблется от 0,5 до 5(8)%. Наиболее гумусированы почвы лесостепной зоны. В составе гумуса солончаков преобладают фульвокислоты. Ёмкость катионного обмена – низкая, 10-20 м-экв/100 г, но в некоторых высокогумусных луговых солончаках лесостепной зоны она достигает 50-60 м-экв/100 г. В составе ППК преобладают Са, Mg, имеется Na. Реакция солончаков, засоленных нейтральными солями, слабощелочная; содовые солончаки отличаются очень высокой щёлочностью.

## 8 КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА «ХАРАКТЕРИСТИКА И ДИАГНОСТИКА ПОЧВ ПО ДАННЫМ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА»

Контрольная работа оформляется в отдельной тетради письменно. Образец оформления титульного листа представлен в Приложении. Таблицы в тетрадь переписывать не нужно, достаточно указать их номера.

Каждый обучающийся получает от преподавателя номер варианта контрольной работы. Каждый вариант состоит из 5 таблиц с данными о химическом анализе неизвестной почвы (табл. 12).

Таблица 12 – Варианты контрольной работы

Вариант	Номер таблицы				
1	1	10	20	30	40
2	2	11	21	31	41
3	3	12	22	32	42
4	4	13	23	33	43
5	5	14	24	34	44
6	6	15	25	35	45
7	7	16	26	36	46
8	8	17	27	37	47
9	9	18	28	38	48
10	50	19	29	39	49

В соответствии с указанным вариантом по данным, представленным в таблицах, необходимо:

- 1) установить тип и подтип почвы (где возможно, указать вид, разновидность и разряд);
- 2) дать общую агрохимическую характеристику почве в соответствии с данными химического анализа.

Контрольная работа оценивается преподавателем от 2 до 5 баллов в зависимости от полноты и правильности выполнения задания. Правильно выполненная контрольная работа на 3 балла и выше может быть основанием для получения зачёта по дисциплине «Большой практикум» для студентов, обучающихся на заочном отделении.

Критерии оценивания выполнения контрольной работы:

- 2 балла – задание не выполнено, обучающийся не получает зачёт по дисциплине «Большой практикум»;
- 3 балла – задание выполнено не полностью, правильно диагностировано 3 почвы из 5, дана неполная агрохимическая характеристика свойств почв;
- 4 балла – задание правильно диагностировано и достаточно полно приведена агрохимическая характеристика для 4 почв;
- 5 баллов – задание правильно диагностировано и приведена полная агрохимическая характеристика для 5 почв.

### Таблицы для диагностики и агрохимической характеристики почв

Таблица 1

Глубина, см	Гумус, %	C:N	CO <sub>2</sub> , %	Поглощённые, мг-экв. на 100 г				pH <sub>вод</sub>
				Ca	Mg	Na	Сумма	
0-10	1,7	7,6	3,1	10,9	1,9	0,1	13,8	8,0
25-35	0,9	6,5	4,2	11,0	1,8	0,1	13,5	8,0
45-55	0,6	5,8	7,2	11,0	1,8	0,1	13,4	8,0
55-65	0,5	5,8	8,7	11,0	3,7	0,1	15,2	8,0
85-95	0,3	-	11,4	7,2	3,7	0,1	11,2	8,2
135-145	-	-	9,7	-	-	-	-	8,2
210-220	-	-	8,2	7,4	5,4	0,1	13,0	8,5

Таблица 2

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	C:N	pH водной суспензии	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			CO <sub>2</sub> , %
					Ca	Mg	Na	
0-15	11,2	0,51	12,6	6,9	38,2	6,4	0,3	-
15-25	6,3	0,28	13,0	6,9	28,7	5,2	0,2	-
25-33	3,1	0,16	11,2	7,4	23,6	5,4	0,3	0,31
33-45	2,2	-	-	7,9	-	-	-	6,31
45-55	1,7	-	-	7,8	-	-	-	5,67
67-75	1,1	-	-	8,0	-	-	-	4,32

90-100	0,7	-	-	7,8	-	-	-	3,18
130-140	-	-	-	7,6	-	-	-	2,32

Таблица 3

Глубина, см	Гумус, %	рН суспензии		Обменные катионы, мг-экв. на 100 г			Содержание частиц < 0,001 мм, %
		водной	солевой	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	сумма	
0-4	5,4	6,6	5,7	13,8	1,2	15,0	6,4
4-9	2,9	6,4	5,4	8,2	0,7	8,9	5,9
10-15	1,3	5,3	4,4	4,1	0,5	4,6	5,2
17-22	0,4	4,9	4,2	3,0	0,2	3,3	5,5
25-35	-	5,2	3,9	2,7	0,4	3,1	4,4
40-50	-	5,5	4,2	11,3	5,1	16,4	24,0
55-60	-	5,7	4,8	10,3	4,1	14,3	-
70-80	-	4,9	4,6	5,9	2,1	7,9	-
90-100	-	4,4	4,1	7,2	2,5	9,7	10,9
105-115	-	5,4	4,9	12,1	4,5	16,5	9,0

Таблица 4

Глубина, см	Гумус %	Азот	Обменные катионы, мг-экв/100 г			рН <sub>вод</sub>	СО <sub>2</sub> карбонатов, %
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	сумма		
0-10	4,8	0,26	30	4	34	7,2	1,5
20-30	3,7	0,17	29	3	32	7,2	1,5
40-50	2,5	0,13	21	3	24	7,5	3,3

Таблица 5

Горизонт	Глубина, см	Валовые, процент			C/N	СО <sub>2</sub> , %	рН <sub>Н<sub>2</sub>О</sub>	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		
		гумус	азот	фосфор				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>
АВ	10-20	2,3	-	-	-	-	7,1	-	-	1
АВк	20-30	2,0	-	-	-	1	8,1	15	5	1
Ск	40-50	-	-	-	-	5	8,2	13	6	1

Таблица 6

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		Поглощённые катионы мг-экв на 100 г почвы				Нг, мг-экв/100 г
			вод.	сол.	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>	сумма	
A <sub>1</sub>	0-11	9,2	6,7	5,9	41,8	5,2	Не опр.	47,0	1,62
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	15-25	2,4	6,8	5,5	24,0	4,7	"	28,7	1,54
A <sub>2</sub> B	35-45	0,9	6,3	4,5	21,5	4,2	0,3	26,0	2,20
B <sub>1</sub>	50-60	0,8	6,4	4,6	25,2	7,4	0,2	32,8	1,92
B <sub>2</sub>	80-90	0,7	6,5	4,6	23,4	6,8	0,2	32,4	1,77

Таблица 7

Глубина, см	Гумус, %	C:N	CO <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв на 100 г				рН <sub>вод</sub>
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	сумма	
0-10	1,7	7,6	3,1	10,9	1,9	0,1	13,8	8,0
25-35	0,9	6,5	4,2	11,0	1,8	0,1	13,5	8,0
45-55	0,6	5,8	7,2	11,0	1,8	0,1	13,4	8,0
55-65	0,5	5,8	8,7	11,0	3,7	0,1	15,2	8,0
85-95	0,3	-	11,4	7,2	3,7	0,1	11,2	8,2
135-145	-	-	9,7	-	-	-	-	8,2
210-220	-	-	8,2	7,4	5,4	0,1	13,0	8,5

Таблица 8

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН		2+	2+	+	Сумма
			H <sub>2</sub> O	KCl	Ca	Mg	H	
					мг-экв/100 г			
A <sub>1</sub>	0-5	4,9	5,2	4,5	16,2	3,0	1,3	20,5
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	19-24	2,8	5,4	4,7	15,9	2,8	1,4	20,1
A <sub>2</sub> B	35-40	1,7	5,5	4,5	16,1	3,2	1,2	20,5
B <sub>1</sub>	55-60	0,8	5,7	4,6	17,0	4,7	0,7	22,4
B <sub>2</sub>	105-109	0,3	6,1	5,0	16,3	5,2	0,2	21,7

Таблица 9

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания		Нг	V, %	pH <sub>KCl</sub>
			Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>			
			мг-экв/100 г почвы				
А пах	0-10	5,6	23,4		7,0	77	5,2
А1	25-35	4,3	21,4		5,1	81	5,6
А2В	50-60	2,3	15,6		4,4	78	5,1
В1	80-90	0,8	13,7		3,6	79	4,7
С	125-135	-	14,5		2,6	85	4,7

Таблица 10

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	pH <sub>KCl</sub>	Нг	Ca <sup>2+</sup>
			% от минеральной части почвы					мг-экв/100 г	
А1	0-5	2,5	81,2	6,0	6,0	1,4	4,7	6,1	10,3
А1А2	16-21	1,1	81,6	4,8	4,8	1,1	4,2	6,0	4,6
А2В	33-38	0,8	76,1	7,2	7,2	1,2	3,9	7,4	10,1
В1	58-63	0,8	75,4	7,4	7,4	1,1	3,8	7,0	13,0
В2	106-111	0,4	76,1	7,3	7,3	1,0	4,0	5,4	13,8
В3	145-150	0,4	73,7	8,0	8,0	1,3	4,3	6,3	15,9
С1	550-560	-	-	-	-	-	4,9	-	23,6
Д1	820-830	-	-	-	-	-	5,1	-	15,3

Таблица 11

Глубина, см	pH водной	Гумус, %	C:N	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			CO <sub>2</sub> %	Гранулометрический состав, %	
				Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	сумма		<0,00 1 мм	<0,01 мм
0-10	6,8	5,8	13,3	46,6	9,9	56,5	0,1	33	53
25-35	6,8	4,1	10,6	37,0	7,9	44,9	0,4	33	53
50-60	6,9	2,5	11,7	29,0	5,1	34,1	0,6	33	55
75-85	7,5	1,8	10,3	24,7	5,0	29,7	6,3	31	53
100-110	7,5	0,8	9,0	20,1	5,0	25,1	7,3	32	54
125-135	8,0	0,2	3,6	-	-	-	8,4	31	55
200-210	8,0	-	-	-	-	-	6,8	26	50

Таблица 12

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	C:N	CO <sub>2</sub> , %	pH		Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			
					H <sub>2</sub> O	KCl	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>	сум- ма
A1	0-9	8,7	20	Нет	6,8	5,8	26,7	4,3	Не опр.	31,0
A1A 2	9-20	2,1	21	Нет	6,3	5,6	11,3	3,0	Не опр.	14,3
A2B	22-32	1,4	9	Нет	5,8	5,1	25,7	7,3	1,1	34,1
B1	45-55	1,2		Нет	5,3	4,6	24,3	8,3	1,9	34,5
BC	80-90	0,8		Нет	5,4	4,0	26,3	7,9	0,2	34,4
C	120-130	0,4		Нет	6,2	5,6	28,7	8,5	Не опр.	37,7
C	160-170	Не опр.		Сле- ды	6,4	5,8	30,0	9,3	Не опр.	39,8

Таблица 13

Глубина, см	Гумус, %	Азот, %	C:N	pH <sub>вод</sub>	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			CO <sub>2</sub> , %
					Ca	Mg	Na	
0-10	14,8	0,75	11,7	6,6	51,5	8,5	-	-
15-25	8,9	0,51	10,0	6,8	43,7	7,8	-	-
27-37	3,1	0,16	11,3	6,9	26,3	6,2	-	0,20
42-52	1,5	-	-	7,2	24,3	6,3	-	2,44
70-80	-	-	-	7,4	-	-	-	5,32
100-110	-	-	-	7,4	-	-	-	3,51

Таблица 14

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Сумма по- глощённых оснований, мг-экв/100 г	Нг, мг- экв/100 г	pH <sub>kcl</sub>	V, %	Частицы, размером менее 0,01 мм, %
Ап	0-20	11,0	57,9	10,8	4,7	75,4	48,8
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	28-31	6,7	45,3	10,9	4,6	72,5	51,7
B <sub>1</sub>	42-50	1,8	21,9	4,7	4,6	86,0	53,0
B <sub>2</sub>	60-70	0,9	19,0	2,3	4,8	93,9	48,9
BC	170-180	0,6	12,2	1,2	5,0	96,1	38,8

Таблица 15

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		pH <sub>ксл</sub>
			Ca	Mg		H	Al	
Ап	0-20	4,5	18,7	3,9	5,3	0,015	0,017	4,8
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	26-36	3,5	18,5	4,3	5,4	0,015	0,017	4,6
А <sub>2</sub> В	40-50	1,3	17,3	4,6	4,2	0,025	0,063	4,5
В <sub>1</sub>	65-75	1,0	23,6	6,3	4,6	0,025	0,191	4,3
В <sub>2</sub>	90-100	0,7	25,2	5,4	3,1	0,032	0,029	4,6
BC	110-120	0,7	26,4	4,0	0,5	0	0	6,8

Таблица 16

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		pH <sub>ксл</sub>
			Ca	Mg		H	Al	
А <sub>1</sub>	1-15	5,7	19,1	4,4	7,3	0,032	0,029	4,8
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	30-40	2,4	16,4	4,4	6,7	0,032	0,144	4,3
А <sub>2</sub> В	60-70	1,5	20,1	4,4	6,3	0,025	0,465	4,0
В <sub>1</sub>	80-90	0,7	24,0	6,1	3,8	0,032	0,073	4,4
В <sub>2</sub>	100-120	0,7	26,4	2,7	0,6	0	0	6,8

Таблица 17

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг-экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		pH <sub>ксл</sub>
			Ca	Mg		H	Al	
Ап	0-10	3,8	22,4	1,6	6,8	0,015	0,081	4,5
Ап	10-20	4,2	20,5	1,7	6,9	0,015	0,066	4,6
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	25-35	3,1	20,6	3,0	7,3	0,025	0,120	4,4
А <sub>2</sub> В	41-47	2,0	21,1	3,9	6,7	0,025	0,455	4,1
В <sub>1</sub>	50-65	1,0	27,8	2,9	4,6	0,025	0,127	4,4
В <sub>2</sub>	75-85	0,7	24,9	2,0	-	0	0	6,8
BC	100-110	0,9	25,4	5,2	-	0	0	6,7



Таблица 18

Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		рН <sub>ксл</sub>	V, %
		Ca	Mg		Н	Al		
0-20	9,3	30,7	7,2	6,3	0,09	0,10	5,2	86
20-30	6,5	26,0	6,3	8,0	0,07	0,02	4,8	80
40-45	2,6	25,3	4,6	6,4	0,09	0,11	4,4	82
60-65	1,3	25,3	4,2	4,5	0,15	0,34	4,2	87
80-85	1,1	25,8	5,0	4,0	0,09	0,12	4,3	88
110-120	0,9	33,5	5,5	3,7	0,07	0,02	4,6	91
150-160	0,8	28,7	5,5	3,4	0,06	0,02	4,7	91

Таблица 19

Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		рН <sub>ксл</sub>	V, %
		Ca	Mg		Н	Al		
2-8	10,9	34,9	5,9	7,6	0,13	0,11	4,8	85
10-15	5,7	19,6	4,2	8,3	0,13	0,36	3,8	74
20-30	4,2	18,7	5,4	9,0	0,11	0,19	4,0	73
44-45	2,0	23,1	4,2	5,4	0,10	0,12	4,1	84
70-80	1,2	28,9	7,2	4,0	0,13	0,13	4,1	90
110-120	0,6	29,0	6,8	2,9	0,08	0,07	4,6	92

Таблица 20

Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		рН <sub>ксл</sub>	V, %
		Ca	Mg		Н	Al		
2-13	11,8	30,0	6,8	5,5	-	-	4,4	87
14-24	3,7	13,7	3,9	4,8	-	-	3,8	79
30-40	1,4	25,2	7,2	4,1	-	-	3,7	89
50-60	1,4	31,3	8,1	2,8	-	-	4,1	95
60-70	1,4	30,7	8,0	1,2	-	-	4,4	97
80-90	1,1	32,6	8,0	0,6	-	-	4,8	88
125-135	0,5	35,2	8,9	0,5	-	-	5,3	99

Таблица 21

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		pH <sub>kcl</sub>	V, %
			Ca	Mg		H	Al		
A <sub>1</sub>	0-8	7,1	26,0	4,9	5,5	0,08	0,04	5,0	85
A <sub>2</sub>	12-20	3,3	11,8	2,8	2,9	0,04	0,04	4,5	83
A <sub>2</sub> B	30-40	1,5	22,4	5,0	2,6	0,04	0,03	4,8	91
B <sub>1</sub>	50-60	1,3	25,5	5,0	2,4	0,04	0,02	4,6	92
B <sub>2</sub>	70-80	1,3	26,8	4,6	2,7	0,08	0,05	4,7	92
B <sub>2</sub>	100-110	1,0	-	-	0,6	-	-	6,0	-
C	120-130	0,7	-	-	0,4	-	-	6,5	-

Таблица 22

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		pH <sub>kcl</sub>	V, %
			Ca	Mg		H	Al		
Ап	0-20	4,0	17,2	4,9	4,7	0,05	0,04	5,0	82
A <sub>2</sub>	25-35	2,8	15,6	3,3	3,5	0,03	0,09	4,7	84
B	50-60	1,2	23,8	5,8	3,2	0,04	0,08	4,6	89
B	70-80	0,9	26,4	6,7	3,0	0,04	0,01	4,9	92
C	100-110	0,9	25,8	5,8	2,5	0,04	0,03	5,0	93
C	120-130	0,9	25,4	5,8	2,4	0,04	0,03	5,0	93

Таблица 23

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	Поглощённые основания, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Обменные, мг-экв/100 г		pH <sub>kcl</sub>	V, %
			Ca	Mg		H	Al		
Ап	0-20	3,6	17,0	3,1	3,3	0,04	нет	4,9	86
A <sub>2</sub> B	25-30	1,5	14,3	2,7	3,1	0,03	нет	4,6	85
B	40-50	1,1	20,3	3,5	-	0,04	0,02	5,3	-
BC	90-100	0,9	-	-	-	0,04	0,02	5,6	-

Таблица 24

Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>ксл</sub>	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al	H		
0-7	6,6	6,0	0,09	0,06	1,2	26,0
7-17	2,2	6,4	0,04	0,06	0,8	15,0
35-42	0,8	4,9	0,11	0,06	1,5	25,6
70-80	0,6	4,7	0,20	0,11	1,4	26,3

Таблица 25

Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>ксл</sub>	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al	H		
0-6	14,0	4,9	0,11	0,07	2,6	39,6
6-16	6,3	4,5	0,07	0,05	5,4	26,6
20-30	3,0	4,2	0,18	0,05	4,0	22,4
45-55	1,2	3,9	0,67	0,05	3,2	29,0
70-80	0,9	4,0	0,65	0,10	3,0	33,1

Таблица 26

Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>ксл</sub>	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al	H		
0-11	9,2	5,9	Нет	0,05	1,6	47,0
15-25	2,5	5,5	Нет	0,05	1,5	28,7
35-45	0,9	4,5	0,07	0,05	2,2	25,7
50-60	0,8	4,6	0,10	0,05	0,9	32,6

Таблица 27

Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>ксл</sub>	Обменные, экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al	H		
0-4	12,2	5,8	0,02	0,09	1,1	35,0
4-15	7,0	5,9	0,04	0,01	1,5	33,8
15-28	3,2	5,9	0,01	0,04	1,3	33,0
28-40	1,4	5,1	0,01	0,06	1,3	32,2
50-60	0,9	5,2	0,01	0,09	1,3	29,1

Таблица 28

Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>ксл</sub>	Обменные, мг-экв/100 г		Нг, мг- экв/100 г	Сумма обменных оснований, мг-экв/100 г
			Al	H		
3-8	11,2	6,1	Не опр.	Не опр.	1,7	40,1
8-16	4,7	5,6	Не опр.	Не опр.	2,1	31,5
18-28	2,5	5,0	Не опр.	Не опр.	2,3	30,0
55-65	0,9	4,9	Не опр.	Не опр.	1,7	28,4

Таблица 29

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	pH <sub>вод</sub>	pH <sub>сол</sub>	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			
						Ca	Mg	H	сумма
A <sub>1</sub>	0-9	8,7	Нет	6,8	5,8	26,7	4,3	1,1	31,0
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	9-20	2,2	Нет	6,3	5,6	11,3	3,0	1,1	14,3
A <sub>2</sub> B	22-32	1,4	Нет	5,8	5,1	25,7	7,3	1,9	34,1
B	45-55	1,3	Нет	5,3	4,6	24,3	8,3	0,2	34,5
BC	80-90	0,8	Нет	5,4	4,0	26,3	7,9	0,1	34,4
C	120-130	0,5	Нет	6,2	5,6	28,7	8,5	0,1	37,7
C	160-170	-	Следы	6,4	5,8	30,0	9,3	0,1	39,8

Таблица 30

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	рН <sub>вод</sub>	рН <sub>сол</sub>	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			
						Са	Mg	Н	сумма
A <sub>1</sub> A <sub>0</sub>	0-1	-	Нет	6,2	5,9	79,8	10,6	2,4	92,8
A <sub>1</sub>	1-6	11,7	Нет	5,9	5,6	40,4	5,5	0,8	46,7
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	6-20	2,0	Нет	5,1	4,1	10,3	2,2	0,7	13,2
A <sub>2</sub> B	25-35	1,0	Нет	5,5	4,2	18,2	5,5	0,9	24,6
B <sub>1</sub>	45-55	0,7	Нет	5,3	4,1	21,1	6,1	0,9	28,1
B <sub>2</sub>	65-75	0,6	Нет	5,4	4,2	21,6	5,0	0,6	27,2
BC	90-100	0,5	Нет	5,7	4,4	22,8	6,7	0,5	30,0

Таблица 31

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	рН <sub>вод</sub>	рН <sub>сол</sub>	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			
						Са	Mg	Н	сумма
A <sub>1</sub>	0-7	6,6	Нет	6,7	6,0	22,2	3,8	0,1	26,1
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	7-17	2,2	Нет	6,9	6,4	12,9	2,3	0,1	15,3
B <sub>1</sub>	35-42	0,8	Нет	6,4	4,9	19,6	5,9	0,1	25,6
B <sub>2</sub>	70-80	0,6	Нет	6,1	4,7	20,7	5,5	0,1	26,3
BC	130-140	0,2	Нет	6,8	5,3	22,7	5,1	0,1	27,9

Таблица 32

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	рН <sub>вод</sub>	рН <sub>сол</sub>	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			
						Са	Mg	Н	сумма
A <sub>1</sub>	0-12	9,1	Нет	6,5	5,4	27,8	4,5	0,3	32,6
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	12-22	2,9	Нет	5,8	4,8	18,6	6,6	0,8	26,0
A <sub>2</sub> B	22-30	1,9	Нет	5,3	4,2	20,8	6,1	1,1	28,0
B <sub>1</sub>	30-40	1,8	Нет	5,1	4,1	24,9	7,2	1,1	33,3
B <sub>2</sub>	50-60	1,2	Нет	4,9	4,2	27,9	9,3	1,2	38,4
BC	85-95	1,0	Нет	5,0	4,4	28,4	9,3	0,3	38,0
BC	120-140	0,6	Нет	5,8	5,6	22,0	8,8	0,2	31,0

Таблица 33

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	рН <sub>вод</sub>	рН <sub>сол</sub>	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г			
						Са	Mg	Н	сумма
А <sub>1</sub>	1-6	6,5	Нет	5,8	4,9	34,0	5,6	0,9	40,5
А <sub>1</sub>	6-16	6,3	Нет	5,6	4,5	22,1	4,5	1,3	27,9
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	20-30	3,0	Нет	5,5	4,2	18,4	4,0	1,6	24,0
А <sub>2</sub> В	45-55	1,2	Нет	5,3	4,0	23,4	5,5	1,0	30,0
ВС	70-80	0,9	Нет	5,2	4,1	26,4	6,8	0,9	34,0
ВС	100-110	0,8	Нет	5,6	4,3	25,1	6,0	0,6	31,1
С	130-145	0,7	Нет	6,3	5,0	25,0	6,0	0,6	31,6

Таблица 34

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН <sub>вод</sub>	рН <sub>сол</sub>	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г			СаСО <sub>3</sub> , %
					Са	Mg	сумма	
А	0-10	9,5	6,6	5,2	53,7	8,6	62,3	Нет
А	10-20	9,6	7,3	6,5	49,5	9,1	58,6	«
АВ	20-30	7,1	7,1	6,4	39,4	8,2	47,6	«
Вк	40-50	2,4	7,5	7,0	-	-	-	9,1
Вк	60-70	0,8	8,2	7,4	-	-	-	24,2
Ск	80-90	0,4	8,4	7,5	-	-	-	16,5
Ск	140-155	0,6	8,3	7,2	-	-	-	12,8

Таблица 35

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	рН <sub>вод</sub>	рН <sub>сол</sub>	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г			СаСО <sub>3</sub> , %
					Са	Mg	сумма	
А	0-10	11,9	7,0	6,1	47,0	10,3	57,3	Нет
А	20-30	7,2	6,5	5,4	28,8	15,7	44,6	«
АВ	40-50	1,5	8,3	7,2	29,9	11,5	46,3	1,6
Вк	60-70	1,0	8,4	7,8	-	-	-	15,4
Вк	80-90	0,5	8,7	8,1	-	-	-	14,8
Ск	130-140	0,4	8,8	8,0	-	-	-	10,0
Ск	190-200	0,1	8,7	7,8	-	-	-	8,6

Таблица 36

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>вод</sub>	pH <sub>сол</sub>	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г			CaCO <sub>3</sub> , %
					Ca	Mg	сумма	
А	0-15	11,2	7,3	6,2	51,2	8,1	59,3	Нет
А	20-30	8,5	7,2	6,4	46,3	8,9	55,2	Нет
АВ	35-45	5,5	7,1	6,1	38,3	7,7	46,0	Нет
В	58-68	1,1	7,1	6,2	28,7	6,1	34,8	Нет
Ск	70-80	1,0	7,9	6,8	-	-	-	12,7
Ск	90-100	0,9	7,9	7,0	-	-	-	14,1
Ск	140-155	0,9	7,9	7,0	-	-	-	6,8

Таблица 37

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>вод</sub>	pH <sub>сол</sub>	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г			CaCO <sub>3</sub> , %
					Ca	Mg	сумма	
А	0-10	11,8	6,8	5,8	52,9	5,3	58,3	Нет
АВ	15-25	7,0	6,5	5,4	39,6	8,5	48,3	Нет
Вк	35-45	1,8	6,8	5,2	22,1	7,4	29,5	Нет
Ск	60-70	1,4	8,4	7,3	-	-	-	12,3
Ск	90-100	1,1	8,4	7,5	-	-	-	12,3
Ск	140-150	1,0	8,6	7,6	-	-	-	8,2
Ск	190-200	0,8	8,6	7,5	-	-	-	9,8

Таблица 38

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	pH <sub>вод</sub>	pH <sub>сол</sub>	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г			CaCO <sub>3</sub> , %
					Ca	Mg	сумма	
А	0-10	9,9	6,5	5,9	49,7	6,3	55,0	Нет
А	10-20	9,5	6,5	5,8	50,2	7,1	57,3	Нет
АВ	30-40	4,1	6,3	5,4	30,2	5,5	35,7	Нет
В	40-50	1,6	6,3	5,4	26,0	4,6	30,6	1,2
Вк	60-70	1,3	6,7	6,2	-	-	-	1,9
Вк	70-80	1,2	7,4	6,7	-	-	-	11,6
Вк	90-100	1,1	7,6	6,7	-	-	-	11,3

Таблица 39

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				рН <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
A <sub>пах</sub>	0-20	6,9	Нет	30,3	5,3	0,6	36,1	5,8	98,4
A	20-30	6,9	Нет	32,0	4,4	0,1	36,5	6,2	99,7
AB	48-58	4,6	Нет	27,1	3,4	0,2	30,7	5,8	99,4
B <sub>1</sub>	68-78	1,8	Нет	19,7	4,4	0,3	23,4	5,7	98,7
B <sub>2</sub>	90-100	0,8	Нет	19,2	2,9	0,2	22,3	5,7	99,3
B <sub>3</sub>	150-160	-	0,3	25,3	3,9	0,2	29,6	7,2	99,7
B <sub>3к</sub>	173-183	-	1,5	-	-	-	-	7,3	-

Таблица 40

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				рН <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
A <sub>пах</sub>	0-20	6,8	Нет	22,2	3,9	0,8	26,9	5,9	97,2
A	22-32	4,2	Нет	17,4	3,8	0,4	21,6	5,8	98,4
AB	45-55	1,9	Нет	16,7	3,0	0,1	19,8	6,2	99,6
B <sub>1</sub>	60-70	0,8	Нет	16,4	3,1	0,1	19,6	5,7	99,5
B <sub>2</sub>	130-140	0,6	Нет	15,9	3,9	0,1	19,9	5,4	99,6

Таблица 41

Горизонт	Глубина, см	Гумус,%	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				рН <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
A <sub>пах</sub>	0-20	10,1	Нет	38,2	6,8	0,3	45,3	6,6	99,3
A	22-32	8,6	Нет	35,8	6,7	0,2	42,7	6,7	99,7
AB	50-60	2,9	Нет	28,2	6,0	0,2	34,4	6,6	99,5
B <sub>1</sub>	65-75	1,4	Нет	26,8	6,0	0,1	32,9	6,6	99,7
B <sub>1</sub>	80-90	0,9	Нет	22,9	5,5	0,1	28,5	6,4	99,6
B <sub>2к</sub>	100-110	0,5	0,6	-	-	-	-	7,1	-
B <sub>2к</sub>	160-170	0,3	2,3	-	-	-	-	8,2	-



Таблица 42

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				рН <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
Апах	0-20	12,1	Нет	39,3	6,6	0,3	46,2	6,2	99,6
А	20-30	10,4	Нет	38,5	5,7	0,3	44,5	6,3	99,5
АВ	48-58	3,0	Нет	28,8	5,1	0,1	34,0	6,7	99,8
В <sub>1</sub>	65-75	1,4	Нет	28,3	4,6	0,1	33,2	6,3	99,9
В <sub>2к</sub>	100-110	0,7	6,1	-	-	-	-	7,6	-
Ск	200-210	0,5	2,2	-	-	-	-	8,0	-

Таблица 43

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				рН <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
Апах	0-20	7,1	Нет	30,3	10,1	0,2	40,6	6,1	99,7
А	30-40	6,1	Нет	33,8	8,6	0,2	42,6	6,4	99,5
АВ	52-62	4,0	Нет	32,6	9,0	0,2	41,8	6,2	99,5
АВ	65-75	2,0	Нет	23,6	11,6	0,1	35,2	6,0	99,5
В <sub>1</sub>	80-90	1,1	Нет	21,1	11,6	0,1	32,8	7,0	99,9
В <sub>2</sub>	100-110	1,0	3,6	24,2	16,6	нет	40,8	7,2	99,8
В <sub>2к</sub>	135-145	0,8	3,0	-	-	-	-	8,1	100,0

Таблица 44

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				рН <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
Апах	0-20	6,7	Нет	24,1	3,4	0,4	27,9	5,9	98,9
А	24-34	3,8	Нет	21,8	5,6	0,2	27,6	6,0	99,6
АВ	38-48	2,8	Нет	20,2	3,8	0,1	24,1	6,0	99,6
АВ	52-62	2,1	Нет	19,2	4,6	0,2	24,0	5,8	99,2
В	70-80	1,3	Нет	18,5	4,0	0,2	22,7	5,7	99,1

Таблица 45

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				pH <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
Апах	0-20	11,3	Нет	35,7	5,7	0,5	41,9	5,7	98,9
А	22-32	8,3	Нет	32,3	4,5	0,3	37,1	5,9	99,4
АВ	40-46	2,6	Нет	28,0	6,2	0,6	34,8	6,0	98,3
АВ	50-60	2,3	Нет	25,2	6,0	0,7	31,9	5,6	98,3
В <sub>1</sub>	70-80	1,0	Нет	30,3	6,6	0,1	36,7	7,2	99,9
В <sub>2</sub>	90-100	0,6	3,0	-	-	-	-	8,6	-
В <sub>3к</sub>	125-135	0,5	3,3	-	-	-	-	8,6	-

Таблица 46

Горизонт	Глубина, см	Гумус, %	CO <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				pH <sub>вод</sub>	V, %
				Ca	Mg	H	сумма		
Апах	0-22	12,1	Нет	46,9	7,7	0,7	55,3	5,8	98,9
А	22-32	10,2	Нет	43,4	9,9	0,5	53,8	5,7	99,5
АВ	41-51	3,3	Нет	43,2	6,8	0,2	50,2	6,1	99,7
АВ	51-61	2,0	Нет	43,8	7,1	0,1	51,0	6,6	99,9
В <sub>1</sub>	70-80	1,3	Нет	44,4	7,1	0,1	51,6	7,1	99,9
В <sub>2к</sub>	130-140	1,0	5,0	-	-	-	-	8,6	-
Ск	210-220	0,8	7,8	-	-	-	-	8,6	-

Таблица 47

Гори- зонт	Глубина, см	pH вытяжки		Гу- мус, %	CO <sub>2</sub> , %	Поглощённые катионы, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Ca	Mg	H	сум- ма	
Апах	0-20	6,8	5,8	4,9	Нет	24,3	2,3	0,1	26,7	99,5
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	25-35	6,4	5,4	2,4	Нет	20,1	3,0	0,1	23,2	99,6
АВ	40-50	6,6	5,4	1,5	Нет	20,1	3,5	0,1	23,7	99,4
В <sub>1</sub>	60-70	6,5	5,1	0,8	Нет	19,2	4,4	0,1	23,7	99,3
В <sub>2</sub>	80-90	6,6	-	0,8	0,4	-	-	-	-	-
Ск	190-200	7,8	-	0,3	1,4	-	-	-	-	-

Таблица 48

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Ca	Mg	H	сум- ма	
Апах	0-20	-	5,6	5,8	Нет	26,6	3,3	0,1	30,0	99,8
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	25-35	-	6,0	4,3	Нет	25,7	4,1	0,1	29,9	99,8
АВ	40-50	-	5,9	1,8	Нет	19,2	3,6	0,1	22,9	99,7
В <sub>1</sub>	50-60	-	5,6	0,8	Нет	16,2	4,2	0,1	20,5	99,4
В <sub>2</sub>	75-85	-	4,7	0,5	Нет	15,8	4,0	0,1	19,9	99,3
В <sub>3</sub>	140-150	-	4,5	0,2	Нет	-	-	-	-	-

Таблица 49

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Ca	Mg	H	сум- ма	
Апах	0-22	5,8	4,5	7,8	Нет	35,4	5,1	0,5	41,0	98,7
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	23-34	5,9	4,2	3,7	Нет	26,3	5,9	0,6	32,8	98,5
АВ	35-45	5,8	4,1	2,3	Нет	28,5	3,1	0,7	32,3	97,7
В <sub>1</sub>	70-80	6,0	4,2	1,1	Нет	25,8	2,6	0,2	28,6	99,2
В <sub>2</sub>	90-100	6,1	4,2	0,7	Нет	26,3	3,0	0,1	29,4	99,9
В <sub>3к</sub>	120-130	8,3	-	0,6	2,8	-	-	-	-	-

Таблица 50

Гори- зонт	Глубина, см	рН вытяжки		Гу- мус, %	СО <sub>2</sub> , %	Поглощённые катио- ны, мг-экв/100 г				V, %
		вод.	сол.			Ca	Mg	H	сум- ма	
А <sub>1</sub>	2-14	-	4,6	8,6	Нет	29,4	5,8	1,8	37,0	95,1
А <sub>1</sub> А <sub>2</sub>	15-25	-	4,4	3,7	Нет	24,9	3,3	1,9	30,1	93,7
АВ	35-45	-	4,3	2,9	Нет	23,6	2,9	1,4	27,9	95,0
В <sub>1</sub>	55-65	-	4,5	1,9	Нет	24,5	4,5	1,7	30,7	94,5
В <sub>2</sub>	75-85	-	4,5	0,8	Нет	22,2	4,5	0,5	27,8	98,2
В <sub>2</sub>	90-100	-	5,1	0,8	Нет	22,8	4,5	0,3	27,6	99,3
В <sub>3</sub>	140-150	-	5,2	0,5	1,5	-	-	-	-	-

## ЛИТЕРАТУРА

### *Основная*

1. Власенко, О.А. Большой практикум [Электронный ресурс] / О.А. Власенко, Т.Н. Демьяненко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016.
2. Ларичев, Т.А. Геохимия окружающей среды: учеб. пособие / Т.А. Ларичев. – СПб.: Лань, 2013. – 160 с.
3. Новосёлова, Н.В. Физико-химические методы анализа: учеб. пособие / Н.В. Новосёлова; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2009. – 162 с.
4. Самофалова, И.А. Лабораторно-практические занятия по химическому анализу почв: учеб. пособие / И.А. Самофалова, Ю.А. Рогизная. – Пермь, 2013. – 212 с.
5. Топалова, О.В. Химия окружающей среды: учеб. пособие для вузов / О.В. Топалова, Л.А. Пимнева. – СПб.: Лань, 2013.

### *Дополнительная*

1. Алексеенко, В.А. Экологическая геохимия: учеб. пособие для вузов / В.А. Алексеенко. – М.: Логос, 2000. – 626 с.
2. Кураченко, Н.Л. Диагностика основных типов почв по данным химического анализа: метод. указания / Н.Л. Кураченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2011. – 59 с.

# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Образец оформления титульного листа контрольной работы

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»

Институт агроэкологических технологий

Кафедра почвоведения и агрохимии

### Контрольная работа

по дисциплине  
«Большой практикум»

Выполнил студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Проверил \_\_\_\_\_

Оценка \_\_\_\_\_

Красноярск, 20 г.

# **БОЛЬШОЙ ПРАКТИКУМ**

*Методические указания для выполнения контрольной работы*

***Власенко Ольга Анатольевна  
Кураченко Наталья Леонидовна***

Электронное издание

Редактор Л.Э. Трибис

Подписано в свет 25.10.2017. Регистрационный номер 132  
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного  
университета  
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117  
Тел. (391) 265-01-93. e-mail: rio@kgau.ru