

Министерство образования и науки РФ
ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»
Кафедра ботаники и экологии растений

Н.Г. Зыкина

Почвенные характеристики

Задания для контроля и самоконтроля студентов

Ижевск
2013

УДК 576.8 (075)

ББК 40.33В64

3

Рекомендовано к изданию учебно-методическим советом УдГУ.

Зыкина Н.Г.

- 3 Почвенные характеристики: задания для контроля и самоконтроля студентов. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2013. 46 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для контроля и самостоятельной работы студентов биолого-химического и географического факультетов очной и заочной формы обучения в рамках дисциплин: «Основы геологии, географии и почвоведения», «География почв с основами почвоведения», «Экология и география почв УР», «Охрана почв и растений», «Большой практикум» и учебной практике. Включает 5 разделов с практическими заданиями и упражнениями, посвященными расчету различных показателей почв. Составлено для студентов бакалавриата, направлений подготовки – «биология», «география».

УДК 576.8 (075)

ББК 40.33В64

© Н.Г. Зыкина, 2013

© Изд-во «Удмуртский университет», 2013

Содержание

Введение	4
Раздел 1. Агрофизические свойства почв	6
Раздел 2. Водные свойства почв	12
Раздел 3. Агрохимические свойства почв	14
3.1. Расчеты реактивов	14
3.2. Расчеты агрохимических показателей почв по результатам лабораторного анализа	18
3.3. Контроль качества химического анализа	21
Раздел 4. Окультуривание почв	26
Раздел 5. Оценка уровня химического загрязнения почв	29
Список литературы	32
Приложение 1. Градуировочный график	34
Приложение 2. Результаты агрохимического анализа почв	35
Приложение 3. Методика и справочные материалы для контроля качества выполнения химического анализа	36
Приложение 4. Справочные материалы для расчета доз извести при мелиорации почв	42
Приложение 5. Справочные материалы для оценки загрязненности почв	43

Введение

Исследование характеристик и свойств почвенного покрова осуществляется с использованием разнообразных методов. Данные методы требуют разносторонних знаний, в том числе основ математики, особенностей химических процессов, методов математической статистики, а также значительного числа практических навыков. Данное пособие – сборник заданий, которые помогут студентам отработать и закрепить следующие навыки и умения: планирование практической работы, использование методической и справочной литературы, расчет результатов экспериментов, контроль качества выполненных лабораторных исследований, интерпретация полученных данных и оценка качества почвы, а также использование результатов лабораторных исследований для улучшения почвы.

Задачник адресован студентам бакалавриата биолого-химического и географического факультетов очной и заочной формы обучения в рамках дисциплин: «Основы геологии, географии и почвоведения», «География почв с основами почвоведения», «Экология и география почв УР», «Охрана почв и растений», «Большой практикум» и учебной практике. Материалы задачника могут быть интересны школьникам профильных классов, студентам, выполняющим научно-исследовательскую работу посвященную свойствам почв.

Для выпускника бакалавриата важно не только наличие хорошей теоретической базы, но, главным образом, сформированность определенного набора навыков и умений. Обеспечение именно данной составляющей обучения возможно только с расширением доли самостоятельной работы студента. Представленное пособие помогает преподавателю интенсифицировать процесс самообразования, настраивает студента на активный поиск алгоритмов решений и позволяет сформировать необходимые компетенции. Данный задачник может быть использован как для контроля усвоения материала, так и для самостоятельных занятий студентов.

Для эффективного использования задачник поделен на отдельные разделы, которые посвящены различным почвенным характеристикам.

В рамках каждого раздела выделены отдельные задачи, каждая включает несколько равноценных вариантов - заданий. Количество таких вариантов для каждой задачи выделено в круглых скобках сразу после номера, например: «Задача 2 (1-10)». Это означает, что для задачи №2 есть 10 равноценных заданий (вариантов), которые позволяют провести индивидуальную оценку усвоения теоретического материала сразу у 10 студентов. Соответственно текст задачи будет для всех общий, а номер задания и его текст - индивидуален: 2.1; 2.2; 2.3 и т.д. до 2.10.

Для ряда задач числовые данные для индивидуальных заданий приведены в таблицах. В данном случае варианты будут отличаться номером почвенной пробы (образца), результаты анализа которого указаны в таблице. Например, получив для решения номер задания 1.5, студенту необходимо прочесть задачу №1 и использовать для ее решения данные пробы №5 в соответствующей таблице.

Примененная компоновка заданий удобна для проведения контроля, а также позволяет студенту самостоятельно отработать алгоритм решения задачи для формирования определенного умения или навыка.

Обязательным условием решения практически всех задач данного пособия является использование справочной литературы (методических указаний, ГОСТов и др.), что позволяет сформировать у студентов бакалавриата соответствующие компетенции.

Раздел. 1. Агрофизические свойства почв

Задачи раздела посвящены расчету и оценке наиболее важных из физических почвенных характеристик: гранулометрическому составу, почвенной структуре и структурному состоянию, плотности твердой фазы и плотности почвы, общей пористости и пористости аэрации, набухания почвы. Необходимые для расчетов справочные данные приведены в литературе, список которой представлен в конце раздела.

Задача 1 (1 - 7). Дайте название почвы по гранулометрическому составу. Содержание отдельных гранулометрических фракций для каждого из 7 образцов почвы приведено в табл. 1.

Таблица 1

Результаты гранулометрического анализа почв

№ пробы	Размер механических элементов (мм) и их содержание (%)						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	< 0,001	< 0,01
1	11,4	42,4	10,6	20,9	1,4	13,3	35,9
2	20,3	57,1	6,7	7,3	1,8	8,9	19,9
3	17,4	46,0	14,2	7,7	4,0	10,7	24,1
4	9,8	31,9	19,3	9,5	14,0	15,6	39,3
5	12,6	46,3	19,3	5,4	4,7	11,7	23,0
6	11,1	23,9	26,0	7,1	7,2	24,7	47,8
7	15,84	62,97	7,6	3,9	2,4	7,03	13,74

Задача 2 (1 – 10). Определите вид почвенной структуры по приведенному ниже описанию:

2.1. Почва с преобладанием отдельностей развитых преимущественно по вертикальной оси, грани агрегатов хорошо выражены, с ровной глянцевитой поверхностью, с острыми ребрами (размеры – 1 – 3см), помимо этого отмечено значительное коли-

чество агрегатов кубовидного типа неправильной формы с неровной поверхностью размером 1 – 10 см.

2.2. Почва с преобладанием агрегатов кубовидного типа. Лидируют по количеству агрегаты более или менее правильной формы, грани их хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые, размер 0,7 – 1 см. На втором месте по встречаемости агрегаты неправильной округлой формы, с неровными округлыми и шероховатыми поверхностями разлома, грани не выражены (размеры – 0,1 – 0,3 см).

2.3. Почва состоит из отдельностей кубовидного типа. Преобладают агрегаты неправильной формы с неровной поверхностью (размером более 10 см). На втором месте по встречаемости агрегаты неправильной округлой формы, с неровными округлыми и шероховатыми поверхностями разлома, грани не выражены размером – 1 – 3 мм и менее 0,25 мм.

2.4. Почва с преобладанием агрегатов кубовидного типа. Лидируют агрегаты размером 1 – 3 мм более или менее правильной формы, иногда округлые с выраженными гранями, то шероховатыми, матовыми, то гладкими и блестящими. На втором месте по встречаемости агрегаты размером 7 – 10 мм более или менее правильной формы, грани их хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые.

2.5. Почва с преобладанием агрегатов кубовидного типа более или менее правильной формы, грани их хорошо выражены, поверхность ровная, ребра острые (размер 7 – 10 мм). На втором месте по встречаемости агрегаты развитые преимущественно по вертикальной оси, грани их хорошо выражены, с ровной глянцевитой поверхностью, с острыми ребрами (размер 0,5 – 1 см).

2.6. Почва с преобладанием агрегатов кубовидного типа неправильной округлой формы, неровные округлые и шероховатые поверхности разлома, грани не выражены (размер <0,25 мм и 1 – 3 мм).

2.7. Почва с преобладанием агрегатов развитых преимущественно по вертикальной оси, грани их хорошо выражены, с ровной глянцевитой поверхностью, с острыми ребрами (размером 1 – 3 см). На втором месте по встречаемости агрегаты, у которых

развиты сравнительно небольшие горизонтальные плоскости, часто с острыми гранями размером более 3 мм.

2.8. Почва с преобладанием агрегатов развитых преимущественно по вертикальной оси, правильной формы с довольно хорошо выраженными вертикальными гранями, округлым верхним основанием и плоским нижним размером 3 – 5 см, а также менее 3 см.

2.9. Почва с отдельностями развитыми преимущественно по горизонтальным осям, размеры лидирующих групп – 3 – 5 см и 1 – 3 см.

2.10. В почве лидируют отдельности развитые по вертикальной оси. Преобладают агрегаты размером 3– 5 см слабо оформленные, с неровными гранями округлыми ребрами. На втором месте по количеству стоят агрегаты с хорошо выраженными гранями, с ровной глянцевитой поверхностью, с острыми ребрами размером 1 – 3 см. Меньшее количество отмечается агрегатов размером свыше 5 см слабо оформленных, с неровными гранями и округлыми ребрами.

Задача 3 (1 - 16). Рассчитайте **плотность твердой фазы, плотность почвы, общую пористость и пористость аэрации** для одного образца почвы по данным, приведенным в табл. 2 и 3.

Задача 4 (1 - 16). Рассчитайте **объем набухания** для одной почвенной пробы по данным табл. 2 и 3.

Задача 5 (1 - 8). Рассчитайте для одной из почв **общую пористость и пористость аэрации** исходя из данных табл. 4.

Задача 6 (1 - 5). Рассчитайте **коэффициент структурности** по результатам анализа агрегатного состава одной из почв, приведенных в табл. 5.

Задача 7 (1 - 5). Оцените **структурное состояние** одной из почв исходя из количества воздушно-сухих мезоагрегатов. Результаты анализа агрегатного состава приведены в табл. 5.

Список справочной литературы

1. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Почвоведение» для специальности "Экология" / сост. Н.Г. Рылова. Ижевск, 2007. 44 с.
2. Морфологическая характеристика естественных и антропогенных почв /сост. Кузнецов М.Ф., Рылова Н.Г. Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 2008. 44 с.

Таблица 2

Исследование агрофизических свойств почв

Полученные результаты	Номера почвенных образцов						
	1	2	3	4	5	6	7
высота бюкса, см	4,2	3,8	5,1	2,3	5,7	4,0	9,2
радиус бюкса, см	5,2	6,5	3,7	7,1	5,4	9,2	8,0
m_1 , г*	392	605	285	328	418	1693	924
M_2 , г	1454	1043	733	428	571	1780	1912
влажность почвы, %	1,6	2,1	5,0	3,4	2,2	4,1	0,8
объем влажной почвы, см ³	409	569	256	435	576	1517	1929

* - m_1 - масса почвы с естественным сложением;

- m_2 - масса почвы с нарушенным сложением.

Таблица 3

Исследование агрофизических свойств почв

№ пробы	h, см*	г, см	m ₁ ,Г	m ₂ ,Г	ВЛАЖНОСТЬ ПОЧВЫ (%)	V _{вп} , (см ³)
8	2,0	7,0	32,9	24,7	12,3	758
9	2,5	7,5	39,4	26,7	14,6	960
10	3,0	6,0	48,2	28,8	16,4	518
11	3,5	5,8	55,5	30,8	18,5	450
12	4,0	5,3	63,1	32,9	20,6	603
13	4,5	4,8	70,8	34,9	22,6	418
14	5,0	4,3	78,4	37,0	24,7	377
15	5,5	3,8	86,1	39,0	26,7	501
16	6,0	3,3	93,7	41,1	28,8	245

* h – высота сосуда;

г - радиус сосуда;

m₁ - масса почвы с нарушенным сложением;m₂ - масса почвы естественного сложения;V_{вп} – объем влажной почвы.

Таблица 4

Экспериментальные данные для расчета пористости почв

	Номера почвенных образцов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
d, г/см ³	2,5	1,4	1,8	5,2	3,4	2,8	2,9	3,4
d _v , г/см ³	1,2	0,99	1,3	1,4	1,25	1,3	1,6	1,5
W, %	2,5	1,2	0,5	4,1	2,1	1,9	3	2,4

Таблица 5

Агрегатный состав исследуемых почв

размер агрегатов, мм	номер почвенной пробы									
	1		2		3		4		5	
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б
> 10	32,8	-	16,4	-	13,3	-	10,6	-	20,9	-
10-5	5,6	10	2,7	10	8,9	20	6,7	10	17,2	20
5-3	4,4	75	19,5	15	10,7	15	14,2	15	7,7	5
3-1	18,6	60	9,7	80	15,7	30	19,3	10	19,4	10
1-0,5	16,4	55	12,7	25	11,6	25	19,3	10	25,3	5
0,5-0,25	2,7	30	11,1	20	24,6	10	25,9	20	7	10
<0,25	19,5	-	27,9	-	15,2	-	4,0	-	2,5	-

а - Содержание агрегатов, %

б - Содержание водопрочных агрегатов, %

Раздел 2. Водные свойства почв

Задания раздела посвящены расчету наиболее важных водных свойств почвы – впитывать и фильтровать воду, а также оценке водопроницаемости почв.

Необходимые для расчетов справочные данные приведены в литературе, список которой представлен в конце раздела.

Задача 8 (1 - 9). Рассчитайте коэффициенты впитывания: K_t и K_{10} для одной почвенной пробы по данным табл. 6.

Задача 9 (1 - 9). Рассчитайте коэффициенты фильтрации: K_t и K_{10} для одной почвенной пробы по данным табл.6.

Таблица 6

**Исходные данные и результаты исследования
водных свойств почв**

№ про-бы	r, см	V ₁ , мл	V ₂ , мл	t ₁ , мин	t ₂ , мин	T, °C
1	1,75	45,0	14,5	16,0	10,0	12,0
2	4,83	98,0	52,0	3,0	12,0	14,0
3	1,34	14,0	10,0	12,0	3,0	25,0
4	1,04	35,0	21,0	52,0	16,0	20,0
5	0,83	19,5	18,8	48,0	22,0	16,0
6	2,15	8,1	16,5	1,5	31,0	21,6
7	0,42	3,3	14,3	45,0	30,5	23,0
8	3,82	14,7	12,0	17,0	34,7	24,4
9	2,34	26,1	9,8	6,0	38,9	25,8

r - радиус трубки;

V₁ – объем залитой воды;

V₂ – объем профильтровавшейся воды;

t₁ - время впитывания;

t₂ - время фильтрации;

T – температура воды.

Задача 10 (1 - 10). Оцените по Н.А. Качинскому **водопроницаемость** одной из почвенных проб исходя из результатов определения водных свойств почвы (методом трубок), приведенных в табл. 7.

Таблица 7

Результаты исследования водных свойств почв

№ пробы	Время впитывания, мин	Высота промачивания почвы, см	Объем впитавшейся воды, мл
1	18	14	51
2	25	48	36
3	48	41	21
4	32	23	47
5	58	5	25
6	9	0,5	12
7	40	32	34
8	23	15	15
9	58	9	17
10	52	98	41

Список справочной литературы

1. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Почвоведение» для специальности "Экология" / сост. Н.Г. Рылова. Ижевск, 2007. 44 с.

Раздел 3. Агрохимические свойства почв

При подготовке к лабораторным исследованиям важную роль играет умение спланировать работу, в том числе рассчитать количество необходимых реактивов. Задачи раздела позволяют отработать данные умения. Помимо этого, здесь представлены задания позволяющие получить навыки перерасчета результатов химического анализа почв, а также проверить качество химического анализа (по результатам проверки воспроизводимости и точности).

Необходимые справочные данные приведены в литературе, список которой представлен в конце раздела.

3.1. Расчеты реактивов

Задача 11 (1 - 6). В лабораторию для определения обменной кислотности поступило определенное число почвенных проб. Укажите необходимые реактивы и рассчитайте количество соли, необходимой для данного химического анализа.

1. 78 проб
2. 45 проб
3. 89 проб
4. 52 пробы
5. 64 пробы
6. 32 пробы

Задача 12 (1 - 6). В наличии имеется определенное количество соли KCl рассчитайте, какой объем раствора можно приготовить для определения обменной кислотности (pH_{KCl}), для анализа какого количества почвенных проб его хватит.

1. 88 г
2. 31 г
3. 452 г.
4. 56 г
5. 318 г
6. 49 г

Задача 13 (1 - 6). В лабораторию для определения содержания подвижного фосфора (по А.Т. Кирсанову) поступило установленное число почвенных проб. Рассчитайте количество концентрированной соляной кислоты, необходимое для проведения данного химического анализа.

1. 78 проб
2. 45 проб
3. 89 проб
4. 52 пробы
5. 64 пробы
6. 32 пробы

Задача 14 (1 - 6). В наличии имеется определенное количество концентрированной соляной кислоты, рассчитайте, для анализа какого числа проб ее хватит при определении подвижных соединений фосфора и калия (по А.Т. Кирсанову).

1. 47 мл
2. 17 мл
3. 242 мл
4. 30 мл
5. 171 мл
6. 26 мл

Задача 15 (1 - 6). В лабораторию для определения гидролитической кислотности поступило установленное число почвенных проб. Укажите необходимые реактивы и рассчитайте количество соли (3-х водной или безводной), необходимое для данного химического анализа.

1. 78 проб
2. 45 проб
3. 89 проб
4. 52 пробы
5. 64 пробы
6. 32 пробы

Задача 16 (1 - 6). В наличии имеется установленное количество соли ацетата натрия (3-х водной или безводной), рассчитайте, какой объем раствора можно приготовить для определения гидrolитической кислотности (H_T), для анализа какого количества почвенных проб его хватит.

1. 88 г
2. 31 г
3. 452 г.
4. 56 г
5. 318 г
6. 49 г

Задача 17 (1 - 6). В лабораторию для определения суммы поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу) поступило установленное число почвенных проб. Рассчитайте количество концентрированной соляной кислоты, необходимое для проведения данного химического анализа.

1. 78 проб
2. 45 проб
3. 89 проб
4. 52 пробы
5. 64 пробы
6. 32 пробы

Задача 18 (1 - 6). В наличии имеется определенное количество концентрированной соляной кислоты, рассчитайте, для анализа какого количества проб ее хватит при определении суммы поглощенных оснований (по Каппену-Гильковицу).

1. 47 мл
2. 17 мл
3. 242 мл
4. 30 мл
5. 171 мл
6. 26 мл

Задача 19 (1 - 6). Какой объем хромовой смеси можно приготовить из данного количества $K_2Cr_2O_7$? Для анализа какого количества проб ее хватит при определении количества гумуса в почве по И.В. Тюрину?

1. 88 г
2. 31 г
3. 452 г
4. 56 г
5. 318 г
6. 49 г

Задача 20 (1 - 6). Рассчитайте, какая масса соли бихромата калия потребуется для определения количества гумуса в почве по И.В. Тюрину в приведенном числе почвенных проб.

1. 78 проб
2. 45 проб
3. 89 проб
4. 52 пробы
5. 64 пробы
6. 32 пробы

Задача 21 (1 - 6). Какой объем 0,2 н. раствора соли Мора необходимого для определения в почве содержания гумуса по методу И.В. Тюрина можно приготовить из имеющегося в наличие количества соли?

1. 145 г
2. 83 г
3. 165 г
4. 96 г
5. 119 г
6. 59 г

Задача 22 (1 - 6). В лабораторию для определения содержания подвижного фосфора (по ГОСТу 26207 – 91) поступило приведенное число почвенных проб. Рассчитайте количество «реактива Б» и «реактива А», необходимое для проведения данного химического анализа.

1. 78 проб
2. 45 проб
3. 89 проб
4. 52 пробы
5. 64 пробы
6. 32 пробы

3.2. Расчеты агрохимических показателей почв по результатам лабораторного анализа

Задача 23 (1 - 8). При определении гидролитической кислотности был получен ряд значений рН (данные измерений на иономере в табл. 8). Переведите представленные результаты для одной из почв в единицы гидролитической кислотности. Рассчитайте емкость катионного обмена (ЕКО), а также степень насыщенности основаниями (V) при указанном значении суммы поглощенных оснований (S).

Таблица 8

Данные для расчета ЕКО и V

	Номера почвенных образцов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
рН	6,92	7,55	6,18	7,25	6,09	7,83	6,61	7,99
S, ммоль/ 100г почвы	26,3	37,5	18,7	25,9	14,8	34,0	27,8	12,3

Задача 24 (1 - 7). Рассчитайте сумму поглощенных оснований (S) для одной из почв по результатам лабораторного анализа, приведенным в табл. 9 (объем фильтрата – 25 мл).

Задача 25 (1 - 7). Рассчитайте содержание органического вещества для одной из проб по результатам лабораторного анализа, приведенным в табл. 10.

Таблица 9

Результаты химического определения суммы поглощенных оснований по по Каппену-Гильковичу*

№ почвенной пробы	Поправка к титру кислоты	Поправка к титру щелочи	Количество щелочи, пошедшее на титрование	Коэффициент гигроскопичности
1	1,06	0,96	19,2	0,86
2	1,12	0,84	24,6	0,95
3	1,45	0,72	20,7	1,12
4	1,30	0,60	19,9	1,45
5	1,18	0,96	18,7	1,11
6	1,35	0,74	17,2	1,13
7	1,39	0,72	13,1	1,15

* методика приведена в учебном пособии (Кузнецов, 1997)

Таблица 10

Результаты химического определения в почве органического вещества по И.В. Тюрину*

№ почвенной пробы	Коэффициент гигроскопичности	$V_{см}^{**}$ при рабочем титровании	Навеска почвы в граммах	$V_{см}^{**}$ при холостом титровании
1	0,86	19,2	0,12	27,8
2	0,95	24,6	0,08	26,7
3	1,12	20,7	0,06	25,6
4	1,45	19,9	0,11	26,3
5	1,11	18,7	0,13	19,2
6	1,13	17,2	0,09	24,6
7	1,15	13,1	0,12	20,7

* методика приведена в учебном пособии (Кузнецов, 1997)

** $V_{см}$ - объем соли Мора

Задача 26 (1 – 7). Рассчитайте содержание подвижного фосфора в одной из почвенных проб по результатам лабораторного анализа (табл. 11) и калибровочному графику, приведенному в прил. 1.

Таблица 11

Результаты химического определения в почве подвижных соединений фосфора по методу А.Т. Кирсанова*

№ почвенной пробы	Объем отобранной для анализа вытяжки	Оптическая плотность раствора
1	1,0	0,12
2	2,5	0,60
3	1,0	0,42
4	2,5	0,56
5	2,5	0,13
6	1,0	0,49
7	2,5	0,43

* методика приведена в учебном пособии (Кузнецов, 1997)

Задача 27 (1 - 7). Рассчитайте сумму поглощенных оснований (S) для одной из почвенных проб по результатам лабораторного анализа, приведенным в табл. 12 (масса навески почвы – 10 г, объем заливаемого в пробу раствора кислоты – 50 мл).

Задача 28 (1 – 8). Рассчитайте емкость катионного обмена, а также степень насыщенности основаниями для почв одного из участков, исходя из данных агрохимического анализа представленных в прил. 2.

Задача 29 (1 – 8). Исходя из данных агрохимического анализа почв представленных в прил. 2, выполните развернутую характеристику качества почв одного из участков. Градации агрохимических показателей по М.Ф. Кузнецову (1997).

Таблица 12

Результаты химического определения суммы поглощенных оснований по ГОСТу 27821 – 88

№ почвенной пробы	c^*	V_0^*	V^*	объем титруемой вытяжки
1	0,099	10,8	9,3	10
2	0,094	26,0	20,3	25
3	0,105	9,9	5,6	10
4	0,110	24,2	4,5	25
5	0,098	25,3	19,6	25
6	0,100	10,1	3,7	10
7	0,103	9,7	4,6	10

* c – точная концентрация приготовленного раствора NaOH, моль/дм³;

* V_0 – объем NaOH, израсходованный на титрование исходного раствора HCl, см³;

* V – объем NaOH, израсходованный на титрование пробы вытяжки, см³.

3.3. Контроль качества химического анализа

Лабораторные исследования в обязательном порядке предусматривают наличие контроля качества выполнения химического анализа.

Внутри лаборатории необходимо предусмотреть реализацию следующих форм контроля:

- Внутренний оперативный контроль (ВОК)
- Внутренний статистический контроль (ВСК)

Для проведения данных видов контроля качества химического анализа можно использовать различные методики. Наибо-

лее удобными и простыми в расчетах являются показатели: воспроизводимость и точность результатов химического анализа.

Методика, формы регистрации результатов, а также справочные данные для расчетов приведены в прил. 3.

Задача 30 (1 - 7). Оцените качество химического анализа (ВОК) для одной из почвенных проб на основе проверки воспроизводимости исходя из данных приведенных в табл. 13.

Таблица 13

Результаты проверки воспроизводимости при определении ряда агрохимических показателей почв

№ почвенной пробы	рН		S, ммоль/100 г почвы		Подвижный фосфор, мг/кг		Гумус, %	
	1*	2*	1	2	1	2	1	2
1	6,3	6,35	1,2	1,1	12	12	3,52	3,1
12	7,4	7,5	20,9	19,4	78	115	2,8	2,49
18	7,6	7,8	35,2	33,8	205	215	1,76	1,87
24	5,3	5,2	10,2	9,4	140	135	5,49	6,32
25	3,8	4,2	24,8	34,6	22	37	9,33	8,5
37	6,3	6,1	15,2	14,4	122	125	0,62	0,68
42	4,6	4,7	46,6	47,8	405	375	3,39	3,52
47	7,9	8,2	47,4	83,2	305	310	0,08	0,1

* 1 – Результат первичного определения

* 2 – Результат повторного определения

Задача 31 (1 - 4). Исходя из результатов ВОК, приведенных в табл. 13, проведите ВСК и оцените качество химического анализа для одного из агрохимических показателей. Общая выборка составляет 48 проб, форма контроля - усиленная.

Задача 32 (1 - 4). Исходя из результатов ВОК, приведенных в табл. 13, проведите ВСК и оцените качество химического анализа для одного из агрохимических показателей. Общая выборка составляет 48 проб, вид контроля - нормальный.

Задача 33 (1 - 4). Проведите ВСК, оцените точность химического анализа для одного из агрохимических показателей, определите примерный объем партии, если известно, что проведен усиленный контроль. Данные ВОК точности с использованием СОП № 2 приведены в табл. 14.

Таблица 14

Результаты агрохимического анализа СОП № 2

Агрохимические показатели	Результаты определений				
	1	2	3	4	5
рН	5,9	6,0	5,6	6,1	6,0
Подвижный фосфор, мг/кг	54	48	60	51	45
Обменный калий, мг/кг	67	90	85	45	84
Гумус, %	3,01	4,32	1,85	2,38	2,69

Задача 34 (1 - 4). Проведите ВСК, оцените точность химического анализа для одного из агрохимических показателей, определите примерный объем партии, если известно, что проведен облегченный контроль. Данные ВОК точности с использованием СОП № 2 приведены в табл. 14.

Задача 35 (1 - 4). Проведите ВСК, оцените точность химического анализа для одного из агрохимических показателей, определите примерный объем партии, если известно, что проведен нормальный контроль. Данные ВОК точности с использованием СОП № 2 приведены в табл. 14.

Задача 36 (1 - 4). Оцените качество химического анализа для одного из агрохимических показателей на основе проверки

воспроизводимости исходя из данных приведенных в табл. 15. Каков объем общей выборки, если проведен облегченный контроль.

Задача 37 (1 - 4). Оцените качество химического анализа для одного из агрохимических показателей на основе проверки воспроизводимости исходя из данных приведенных в табл. 15. Каков объем общей выборки, если проведен усиленный контроль.

Задача 38 (1 - 4). Постройте контрольную карту для проверки качества химического анализа при проведении ВСК для одного из агрохимических показателей по результатам химического анализа представленным в табл. 14.

Таблица 15

Результаты проверки воспроизводимости при определении ряда агрохимических показателей почв

№ почвенной пробы	Н _r , ммоль/100 г почвы		Обменный калий, мг/кг		S, ммоль/100 г почвы		Гумус, %	
	1*	2*	1	2	1	2	1	2
7	2,15	2,18	200	190	5,3	5,2	3,0	2,6
20	4,88	4,56	125	100	36,8	34,4	8,4	8,7
38	0,23	0,23	70	72	22,3	21,3	1,2	1,3
54	2,25	2,19	42	39	37,1	28,6	3,2	3,5
75	0,48	0,49	14	15	5,52	8,31	4,7	4,2

* 1 или 2 – результаты первичного или повторного определений.

Список справочной литературы

1. Кузнецов М.Ф. Химический анализ почв и растений в экологических исследованиях: учеб. пособие. – Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1997. 102 с.
2. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Почвоведение» для специальности "Экология" / сост. Н.Г. Рылова. Ижевск, 2007. 44 с.
3. ГОСТ 26207 – 91. ПОЧВЫ. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1992. 4 с.
4. ГОСТ 26212 – 91. ПОЧВЫ. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1992. 5 с.
5. ГОСТ 26483 – 85. ПОЧВЫ. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1987. 4 с.
6. ГОСТ 27821 – 88. ПОЧВЫ. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. М.: Изд-во стандартов, 1988. 5 с.

Раздел 4. Окультуривание почв

Для того чтобы максимально реализовалось важнейшее свойство почвы – плодородие, необходимо чтобы почва соответствовала ряду требованиям, основное из которых – обеспечение растений сбалансированным набором минеральных веществ и влагой в доступных формах. В естественных условиях данные характеристики бывают благоприятными не так часто, поэтому необходим ряд мероприятий для повышения производительности почв, т.е. по их окультуриванию. В данном разделе приведены задания на расчет необходимых для внесения в почву доз извести и удобрений в соответствии с почвенными характеристиками.

Необходимые для расчетов справочные данные приведены в приложении 4 и литературе, список которой представлен в конце раздела.

Задача 39 (1 - 7). Рассчитайте дозы CaO и CaCO₃ (извести) необходимые для внесения в одну из почв по показателю гидролитической кислотности. Результаты исследования приведены в табл. 16, мощность мелиорируемого слоя равна 25 см.

Таблица 16
Результаты почвенного обследования

№ поч-вы	d _v , г/см ³	Содержание гумуса, %	pH _{ксл}	Гранулометрический состав	H _г *
1	1,00	2,28	4,45	Тяжелосуглинистая	6,58
2	1,25	1,31	4,8	Супесчаная	7,00
3	1,50	1,67	5,0	Легкосуглинистая	7,08
4	1,10	2,89	5,2	Среднесуглинистая	6,72
5	0,90	1,22	5,4	Супесчаная	7,18
6	1,25	2,34	4,8	Среднесуглинистая	6,76
7	1,00	3,85	4,2	Глинистая	6,54

* гидролитическая кислотность, ммоль/100г почвы

Задача 40 (1 - 7). Определите ориентировочные дозы извести необходимые для мелиорации одной из почв исходя из данных обменной кислотности почв их гранулометрического состава и содержания гумуса. Результаты исследования приведены в табл. 16, справочные материалы представлены в прил. 4.

Задача 41. На исследуемом участке площадью 18,5 га был получен урожай кукурузы 42,1 т. Содержание подвижного фосфора в почвах составляет 12,5 мг/100 г почвы, обменного калия – 8 мг/100 г почвы, а содержание азота оценивается как низкое. Рассчитайте необходимые дозы удобрений (хлористого калия 2-го сорта, карбамида и простого суперфосфата из апатитового концентрата) для увеличения урожая до 40 ц/га. Использование фосфора за первый год составляет 20%.

Задача 42. На участке площадью 2 гектара получили урожай турнепса массой 6280 кг. Рассчитайте, какое количество сульфата аммония необходимо внести в почву для повышения урожайности до 40 ц/га. Известно, что содержание нитратов в почве участка составило 8 мг/кг.

Задача 43. Докажите расчетным путем необходимость (или ее отсутствие) внесения минеральных удобрений под разные культуры, если известно, что в почвах участка содержится обменного калия – 12 мг/100 г почвы, азота - 22 мг/кг почвы. Будут ли отличия в дозах удобрений, если для выращивания выбраны капуста и озимая пшеница.

Задача 44. Докажите необходимость (или ее отсутствие) внесения фосфорных удобрений под разные культуры, если известно, что в почвах участка содержится 18 мг/100 г подвижного фосфора. Будут ли отличия в дозах удобрений, если для выращивания выбраны капуста и озимая пшеница.

Задача 45. Докажите необходимость (или ее отсутствие) внесения фосфорных удобрений под разные культуры, если из-

вестно, что в почвах участка содержится подвижного фосфора - 7 мг/100 г почвы. Будут ли отличия в дозах удобрений, если для выращивания выбраны картофель и овес.

Задача 46. Докажите расчетным путем необходимость (или ее отсутствие) внесения минеральных удобрений под разные культуры, если в почвах участка содержится обменного калия – 18 мг/100 г почвы, азота - 12 мг/кг почвы. Будут ли отличия в дозах удобрений, если для выращивания выбраны картофель и овес.

Задача 47 (1 - 16). Рассчитайте необходимые дозы удобрений для одного из 16 участков, расположенных на 4-х полях. Данные, необходимые для расчета дозы удобрений, представлены в табл. 17. Результаты агрохимических исследований почв исследуемых полей:

Поле 1. Содержание нитратов – 24 мг/кг, содержание подвижного фосфора – 16 мг/100 г почвы, содержание обменного калия – 12 мг/100 г почвы.

Поле 2. Содержание нитратов – 8 мг/кг, содержание подвижного фосфора – 11 мг/100 г почвы, содержание обменного калия – 25 мг/100 г почвы.

Поле 3. Содержание нитратов – 16 мг/кг, содержание подвижного фосфора – 4 мг/100 г почвы, содержание обменного калия – 9 мг/100 г почвы.

Поле 4. Содержание нитратов – 28 мг/кг, содержание подвижного фосфора – 34 мг/100 г почвы, содержание обменного калия – 27 мг/100 г почвы.

Список справочной литературы

1. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Почвоведение» для специальности "Экология" / сост. Н.Г. Рылова. Ижевск, 2007. 44 с.

Таблица 17

**Данные для расчета дозы удобрений
по требуемой прибавке к урожаю**

№ участка	Номер поля	Выращиваемая культура	Площадь, га	Исходная урожайность, ц/га	Требуемая урожайность, ц/га	Использование P_2O_5 за 1-й год, %	Набор удобрений
1	1	Капуста	1,2	320	440	40	Аммиачная селитра марки Б, фосфоритная мука 2 сорта, КС1 1 сорта
2		Озимая пшеница	101	15	48	20	
3		Картофель	4,3	15,4	48,1	80	
4		Ячмень	51	14	50	20	
5	2	Лук	2,8	85	124	50	
6		Озимая рожь	85	10,5	25	20	
7		Огурцы	0,5	120	235	70	
8		Сахарная свекла	3	125	325	20	
9	3	Озимая пшеница	101	15	48	20	Карбамид марки Б, суперфосфат двойной гранулированный марки А, сульфат калия технический
10		Картофель	4,3	15,4	48,1	80	
11		Овес	34	12	35	20	
12		Огурцы	0,5	120	235	70	
13	4	Ячмень	51	14	50	20	
14		Лук	2,8	85	124	50	
15		Горох	16	42	67	40	
16		Сахарная свекла	23	158	178	60	

Раздел 5. Оценка уровня химического загрязнения почв

Оценка качества окружающей среды осуществляется на основе использования нормативов качества. К ним относят: санитарно-гигиенические (ОДК) и экологические (ПДК) нормативы.

Оценка экологического состояния проводится также с использованием показателей, разработанных при сопряженных геохимических и гигиенических исследованиях окружающей среды городов. К таким показателям относятся: коэффициент концентрации химического вещества (K_c), а также суммарный показатель загрязнения (Z_c).

Задачи данного раздела направлены на формирование у студента навыков оценки полученных экспериментальным путем данных. Необходимые для расчетов справочные данные приведены в прил. 5.

Задача 48 (1 - 7). Используя данные табл. 16 и результаты анализа на тяжелые металлы тех же 7 проб почвы, представленные в табл. 18, определите - превышены ли гигиенические нормативы (ОДК) по одному из элементов загрязнителей в какой-либо из исследуемых почв.

Задача 49 (1 – 7). Определите, к какому уровню загрязненности, по содержанию подвижных форм элементов загрязнителей, растворимых в 1 н. HCl, относится одна из почв, результаты анализа которых представлены в табл. 18.

Задача 50 (1 – 7). Оцените степень химического загрязнения одной почвенной пробы, результаты анализа которой представлены в табл. 18. Оценку проведите с использованием суммарного показателя загрязнения, учитывая элементы только первого класса опасности. Региональное фоновое содержание ($C_{\text{фи}}$) загрязняющих элементов для задачи приведено в табл. 19.

Таблица 18

**Результаты химического анализа почв на содержание
загрязняющих элементов (мг/кг)**

Почвы	Элементы					
	Cd	Cu	As	Ni	Pb	Zn
1	0,1	54,1	0,5	18,3	58,0	43,5
2	0,8	33,9	10,6	54,7	35,6	115,0
3	1,5	80,7	11,2	55,1	68,9	148,0
4	2,4	67,0	5,8	44,7	357,0	110,4
5	0,4	18,5	1,4	15,9	25,3	43,8
6	0,6	58,3	2,5	38,7	45,0	34,2
7	1,4	100,9	7,5	45,7	69,0	234,5

Таблица 19

**Региональное фоновое содержание ($C_{\text{ф}}$) загрязняющих
элементов, мг/кг**

Элементы					
Cd	Cu	As	Ni	Pb	Zn
0,015	4,8	0,25	2,4	6,4	15,8

Список литературы

1. Агрохимия [Электронный ресурс] / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Электрон. учебн. Гродно. Режим доступа: <http://www.ggau.by/universitet/downloads/category/48-uchebnik-agrokhimiya>. 12,34 Мб
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия. М.: Логос, 2000. 627 с.
3. Большаков В.А., Борисочкина Т.И., Краснова Н.М. Нормирование загрязняющих веществ в почве // Химизация сельского хозяйства. 1991. № 1. С. 10-14.
4. Важенин И.Г. Методические рекомендации по обследованию и картографированию почвенного покрова по уровням загрязненности промышленными выбросами. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1987. 26 с.
5. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Почвоведение: учебник для вузов. М., 2004. 496 с.
6. Геохимия окружающей среды /сост. Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е. П. Янин и др. М.: Недра, 1990. 335 с.
7. ГОСТ 26207 – 91. ПОЧВЫ. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1992. 4 с.
8. ГОСТ 26212 – 91. ПОЧВЫ. Определение гидролитической кислотности по методу Каппена в модификации ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1992. 5 с.
9. ГОСТ 26483 – 85. ПОЧВЫ. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. М.: Изд-во стандартов, 1987. 4 с.
10. ГОСТ 27821 – 88. ПОЧВЫ. Определение суммы поглощенных оснований по методу Каппена. М.: Изд-во стандартов, 1988. 5 с.
11. Ефимов В.Н. Пособие к учебной практике по агрохимии. Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. 136 с.
12. Известкование кислых почв [Электронный ресурс] / Гродн. гос. аграр. ун-т. Электрон. учебн. Гродно, 2010.

- Режим доступа: <http://www.ggau.by/universitet/downloads/category/48-uchebnik-agrokhimiya>. . 608,76 Кб
13. Кожанова О.Н., Дронина Н.Л., Мурзина Р.И. Современное состояние и проблемы загрязнения почв [Электронный ресурс] / Моск. Гос. Ун-т. Электр. Журн., М., 2003. Режим доступа: http://srcc.msu.su/nivc/sci/conf/annot_02/annot11.htm. . 2.6 Кб.
 14. Кузнецов М.Ф. Микроэлементы в почвах Удмуртии. Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1994. 284 с.
 15. Кузнецов М.Ф. Химический анализ почв и растений в экологических исследованиях: учеб. пособие. Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 1997. 102 с.
 16. Методические рекомендации по оценке загрязненности городских почв и снежного покрова тяжелыми металлами / сост. В.А. Большаков, Ю. Н. Водяницкий, Т.И. Борисочкина, З.Н. Кахнович, В.В. Мясников. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 1999. 31 с.
 17. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М.: Гидрометеоиздат. 1981. 109 с.
 18. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Почвоведение» для специальности "Экология" / сост. Н.Г. Рылова. Ижевск, 2007. 44 с.
 19. Морфологическая характеристика естественных и антропогенных почв / сост. М.Ф. Кузнецов, Н.Г. Рылова. Ижевск: Изд-во Удм. ун-та, 2008. 44 с.
 20. Урбоэкология. М.: Наука, 1990. 298 с.
 21. Федорец Н. Г., Медведева М. В. Методика исследования почв урбанизированных территорий. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2009. 84 с.

Приложение 1

Градуировочный график

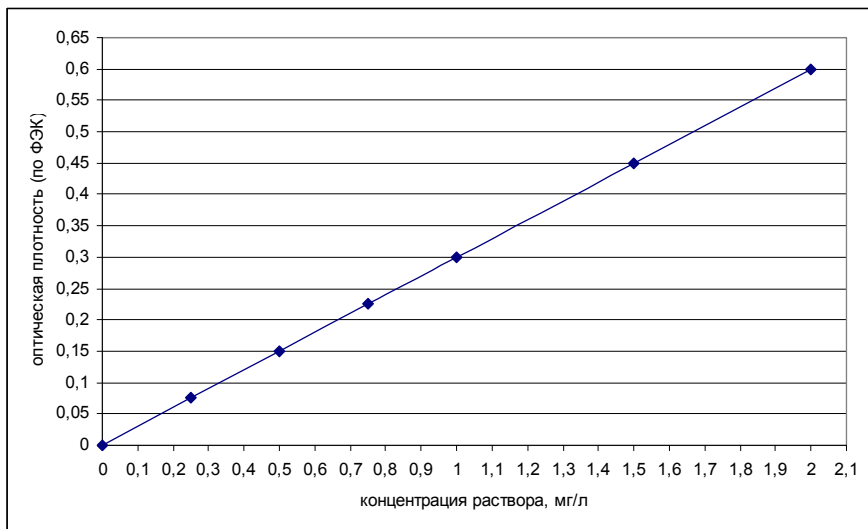


Рис. 1. Градуировочный график для определения содержания в почве подвижного фосфора по методу А.Т. Кирсанова (Кузнецов, 1997)

Приложение 2

Результаты агрохимического анализа почв

Агрохимические показатели	№ почвенных образцов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
pH _{KCl}	5,50	4,20	4,30	6,00	7,20	5,80	7,00	7,20
S, ммоль/ 100 г	0,9	12,1	19,7	42,7	8,9	44,4	44,0	44,1
H _r , ммоль/ 100 г	1,18	2,68	1,94	0,40	0,24	0,23	0,23	0,23
P ₂ O ₅ , мг/кг	63	188	144	175	360	625	225	63
K ₂ O, мг/кг	70	100	150	50	210	240	40	10
Гумус, %	1,04	0,73	0,62	5,28	0,21	0,1	0,1	12,43

Приложение 3

Методика и справочные материалы для контроля качества выполнения химического анализа

Таблица 1

Нормативы внутреннего оперативного контроля (ВОК) воспроизводимости и точности для основных агрохимических показателей (по МУ и ГОСТам)

№	Агрохимические показатели и их градации	Норматив ВОК*	
		Воспроизводимости (D)	Точности (К)
1	Обменная кислотность (рН)	0,2 ед. рН	0,1 ед. рН
2	Сумма поглощенных оснований (S) До 5 ммоль/100 г Свыше 5 ммоль/100 г	15 10	20 15
3	Подвижные соединения фосфора (P ₂ O ₅) До 30 мг/кг Свыше 30 мг/кг	15 10	20 15
4	Подвижные соединения калия (K ₂ O) До 30 мг/кг Свыше 30 мг/кг	10 7	15 10
5	Гидролитическая кислотность (H _p), ммоль/100 г	10	12
6	Органическое вещество (гумус) До 3 % Свыше 3 до 5 % Свыше 5 до 15 %	15 15 7	20 15 10

* для всех агрохимических показателей, кроме рН, нормативы ВОК (D и К) измеряются в %.

Алгоритм проведения ВОК воспроизводимости

Расчеты проводятся после получения результатов анализа одной из почвенных проб выполненных дважды.

1. рассчитать результат контрольной процедуры D_k в единицах измерения (для рН) или в % по формулам (1) или (2) соответственно:

$$(1) \quad D_k = |x_1 - x_2|$$

$$(2) \quad D_k = \frac{|x_1 - x_2|}{x_{cp}} * 100 \%$$

где x_1 – результат первичного определения,

x_2 – результат повторного определения.

Внести полученные данные в табл. 2.

2. сравнить результат контрольной процедуры с нормативом ВОК воспроизводимости – D (табл. 1).

Воспроизводимость результатов химического анализа признают удовлетворительными, если результат контрольной процедуры (D_k) меньше или равен нормативу ВОК воспроизводимости (D), то есть $D_k \leq D$.

Таблица 2

Форма регистрации результатов ВОК и ВСК воспроизводимости

№ почв. пробы	Результаты химического анализа		D _к	D	Заключение о годности (+/-)	Выводы по результатам ВСК
	первичные (x ₁)	повторные (x ₂)				

Алгоритм проведения ВОК точности с использованием стандартного образца почв (СОП)

Проводится после получения результатов лабораторного анализа стандартного образца почвы (СОП), на который имеется паспорт с указанием аттестованных значений по контролируемому агрохимическому показателю.

1. рассчитать результат контрольной процедуры K_k в единицах измерения (для рН) или в % по формулам (3) или (4) соответственно:

$$(1) \quad K_k = |X - C|$$

$$(2) \quad K_k = \frac{|X - C|}{C} * 100 \%$$

где X – результат лабораторного анализа СОП,

C – аттестованное значение (см. паспорт на СОП)

Внести полученные данные в табл. 3.

2. сравнить результат контрольной процедуры K_k с нормативом ВОК точности K (табл. 1).

Таблица 3

Форма регистрации результатов ВОК и ВСК точности

Аттестованное значение (по паспорту на СОП) (С)	Допускаемые отклонения (по паспорту на СОП)	Результат лабораторного анализа СОП (X)	Заключение о годности (+/-)	Выводы по результатам ВСК

Точность результатов химического анализа признают удовлетворительными, если результат контрольной процедуры (K_k) меньше или равен нормативу ВОК точности (K), то есть $K_k \leq K$.

Для наглядности полученных результатов при реализации внутреннего статистического контроля точности с использованием СОП пользуются контрольными картами. Контрольная карта строится для каждого агрохимического показателя.

Пример контрольной карты для СОП № 2 на содержание подвижных соединений фосфора по Кирсанову приведен на рис. 1. Аттестованное значение по паспорту составляет 52,0 мг/кг (сплошная линия), а пределы колебаний от 44,4 до 60,1 мг/кг (пунктирные линии). СОП № 2 был проанализирован трижды, за допустимые пределы ни одно значение не вышло (точки на карте).

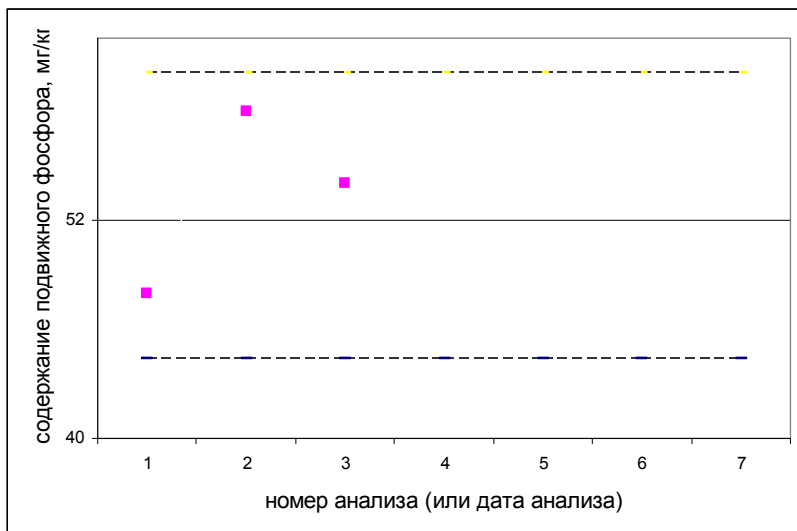


Рис. 1. Контрольная карта результатов анализа СОП № 2 на содержание подвижных соединений фосфора по Кирсанову.

Внутренний статистический контроль (ВСК)

ВСК осуществляется на основе информации полученной в процессе контрольных измерений при ВОК (табл. 2 и 3 данного приложения), выполненных в течение контролируемого периода.

Параметрами ВСК являются:

- объем партии (**N**) – общее количество почвенных проб проанализированных за контролируемый период.
- объем контрольной выборки (**B**) - количество почвенных проб проанализированных повторно за контролируемый период (для контроля воспроизводимости) или число результатов анализа СОП за контролируемый период (для контроля точности).
- нормативы ВСК – приемочные и браковочные числа (нами используются только приемочные числа)
 - приемочное число (**h**) – критерий для признания результатов контроля удовлетворительными, равно максимальному числу дефектных результатов в выборке контрольных проверок.

Алгоритм проведения выборочного ВСК воспроизводимости и точности

1. в выборке **B** подсчитывают число дефектных результатов контрольных проверок (**h_к**). Выполняют по табл. 2 и 3 данного приложения, когда в строке «заключение о годности» проставлен «←».
2. Полученное значение **h_к** сравнивают с нормативом ВСК – приемочным числом **h** (табл. 4).

При ВСК качество химического анализа признают удовлетворительными, если $h_k \leq h$.

Выводы по результатам ВСК вносятся в соответствующую колонку табл. 2 и 3 данного приложения.

Таблица 4

Критерии определения объема выборки (В) и значения приемочного числа (h) для допустимого уровня дефектности 10%

Объем партии (N)	Объем выборки (В) *		Приемочные числа (h)		
	усиленный и нормальный контроль	облегченный контроль	усиленный контроль	нормальный контроль	облегченный контроль
2 – 8	2	2	1	1	0
9 – 15	3	2	1	1	0
16 – 25	5	2	1	1	0
26 – 50	8	3	1	2	1
51 – 90	13	5	2	3	1
91 – 150	20	8	3	5	2
151 – 280	32	13	5	7	3
281 – 500	50	20	8	10	5
501–1200	80	32	12	14	7

* Примечание:

Объем выборки (В) определяется в соответствии с уровнем контроля: при освоении новых методик целесообразно применять усиленный контроль. Переход от усиленного к нормальному контролю осуществляется, если точность и воспроизводимость результатов химического анализа в течение 5 последовательных контролируемых периодов признана удовлетворительной.

Если при проведении облегченного контроля число дефектных результатов превысит допустимый уровень ($h_k > h$), необходимо перейти на нормальный уровень контроля качества.

Приложение 4

Справочные материалы для расчета доз извести при мелиорации почв

Таблица 1

Ориентировочные нормы извести в зависимости от рН солевой вытяжки почвы и её механического состава

Гранулометрический состав почвы	Величина рН _{KCl}					
	< 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
	Нормы CaCO ₃ , т/га					
Супеси и лёгкие суглинки	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0
Средние и тяжёлые суглинки	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0	3,5

Таблица 2

Дозы внесения извести в зависимости от кислотности почвы и содержания в ней гумуса

Содержание гумуса в почве, %	Величина рН _{KCl}					
	< 4,5	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4-5,5
	Нормы CaCO ₃ , т/га					
1,1 - 2,0	6,0	5,5	5,0	4,0	3,5	3,2-3,0
2,1 - 3,0	7,0	6,5	5,5	5,0	4,0	3,7-3,5
3,1 - 4,0	8,0	7,5	6,5	6,0	6,0	4,5-3,7
4,1 - 5,0	-	12,0	10,0	8,0	7,0	6,0-5,5

Приложение 5

Справочные материалы для оценки загрязненности почв

Таблица 1

Ориентировочные допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве (мг/кг)

Почвы	Элементы					
	Cd	Cu	As	Ni	Pb	Zn
Песчаные и супесчаные	0,5	33,0	2,0	20,0	32,0	55,0
Кислые суглинистые и глинистые, pH KCl < 5,5	1,0	66,0	5,0	40,0	65,0	110
Близкие к нейтральным, нейтральные суглинистые и глинистые, pH KCl > 5,5	2,0	132	10,0	80,0	130	220

Таблица 2

Группировка почв по содержанию подвижных форм элементов загрязнителей, растворимых в 1 н. HCl (по И.Г. Важнину, 1987)

Элемент	Фон: 0	Группы почв и градаций уровней загрязнённости, мг/кг					
		1. низкий	2. умеренный	3. повышенный	4. средний	5. высокий	6. оч. высокий
Mn	100-150	200	400	600	800	1000	1200
Zn	5-10	16	20	40	60	80	100
Ni	4-6	8	16	24	32	40	48
Cu	3-5	7	14	21	28	35	42

Оценка уровня химического загрязнения почв

1. Коэффициент концентрации химического вещества (K_c) – определяется как отношение фактического содержания определяемого вещества в почве (C_i) (в мг/кг почвы) к региональному фоновому ($C_{\phi i}$):

$$K_c = C_i / C_{\phi i}$$

2. Суммарный показатель загрязнения (Z_c) – равен сумме коэффициентов концентрации химических элементов-загрязнителей. Он выражается формулой:

$$Z_c = (K_{c1} + \dots + K_{cn}) - (n - 1), \text{ где}$$

n – число определяемых суммируемых веществ;

K_{ci} – коэффициент концентрации i -го компонента загрязнения.

Полученные расчетным путем значения суммарного показателя загрязнения можно сопоставить с категориями загрязнения почв и сделать вывод о возможности их использования (табл. 3).

Оценку экологического состояния почв необходимо проводить учитывая класс опасности загрязняющего вещества. Наиболее опасные вещества, а значит требующие более пристального внимания при исследовании, относятся к первому классу опасности (табл. 4).

Таблица 3

**Оценка степени химического загрязнения почв
на основе Z_c**

Категории загрязнения	Z_c	Возможности использования почвы
Чистая	0	Под любые культуры
Допустимая	< 16	
Умеренно опасная	16 – 32	Под любые культуры при условии контроля качества с/х растений
Опасная	32 – 128	Использование под технические культуры. Использование под с/х культуры ограничено с учетом растений-концентраторов
Чрезвычайно опасная	> 128	Использование под технические культуры или исключение из с/х использования. Лесозащитные полосы.

Таблица 4

Классы опасности химических загрязняющих веществ

Класс	Химическое загрязняющее вещество
1	Мышьяк, кадмий, ртуть, свинец, цинк, фтор, 3,4-бензаперен
2	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром
3	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций

Зыкина Наталья Григорьевна

Почвенные характеристики

Задания для контроля и самоконтроля студентов

Подписано в печать 25.02.2013. Формат 60x84¹/₁₆.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,67. Уч.-изд. л. 2,4.
Тираж 40 экз. Заказ № .

Издательство «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 4.