МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО

АГРОТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ
(структурное подразделение)

Факультет землеустройства и геодезии

Кафедра землеустройства и кадастра

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для практических занятий
и контролю знаний по дисциплине
«Мониторинг и охрана земель»
для обучающихся очной формы обучения

Направление подготовки: 05.06.01 Науки о земле
Направленность: 25.00.26 Землеустройство, кадастр и мониторинг земель

Симферополь 2020

Методические указания для выполнения практических заданий и самостоятельной работы по дисциплине «Зонирование территорий в землеустройстве» для обучающихся очной формы обучения направления подготовки 05.06.01 Науки и земле, направленность 25.00.26 Землеустройство, кадастр и мониторинг земель / ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», Агротехнологическая академия; составители: Крайнюк М. С. – Симферополь : [б. и.], 2020. – 28 с.

Рецензенты:
Ильин А.В. – канд. с.-х. н., доцент кафедры земледелия и агрономической химии;
Соколов Ю.В. – канд. с.-х. н., доцент кафедры почвоведения и устойчивого землепользования

Методические указания утверждены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры землеустройства и кадастра.
Протокол от 25 сентября 2020 г. № 8.

Методические указания одобрены и рекомендованы к изданию методической комиссией факультета землеустройства и геодезии.
Протокол от 28 сентября 2020 г. № 4.

Методические указания рекомендованы к изданию учебно-методическим советом Агротехнологической академии.
Протокол от 30 сентября 2020 г. № 5.

В методических указаниях представлены материалы для выполнения практических заданий и самостоятельной работы по дисциплине «Зонирование территорий в землеустройстве».

Предназначены для обучающихся очной формы обучения по направлению подготовки 05.06.01 Науки и земле, направленность 25.00.26 Землеустройство, кадастр и мониторинг земель.

© АТА ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», 2020
© Крайнюк М. С., 2020

Оглавление

Тема 1: Определение противодефляционной устойчивости почв 4
Тема 2. Расчет потерь элементов питания растений от водной эрозии и оценка эффективности противоэрозионных мероприятий..... 6
Тема 3. Определение баланса элементов питания на склоновых землях с учетом потерь от эрозии и мероприятия по уменьшению смыва почвы 12
Тема 4. Оценка химического загрязнения почв и их санитарного состояния17
Тема 5. Применение нетоварной части урожая для воспроизводства плодородия почв..... 24
Литература 28

Тема 1: Определение противодефляционной устойчивости почв

Задание

1. Определить дефляционную устойчивость поверхности почвы.
2. Рассчитать подверженность почвы дефляции.

Порядок выполнения:

1. Рассчитайте содержание дефляционно устойчивых агрегатов.

Дефляционно устойчивыми агрегатами считаются агрегаты диаметром более 1 мм. Рассчитайте для своих образцов почвы долю дефляционно устойчивых агрегатов. Дайте оценку устойчивости поверхности.

Поверхность почвы считается ветроустойчивой, если содержание частиц и агрегатов диаметром больше 1 мм на поверхности почвы (в 0-5 см) составляет более 60%. При содержании агрегатов диаметром более 1 мм в количестве 50% , поверхность почвы считается умеренно устойчивой к дефляции. При содержании агрегатов размером более 1 мм менее 50 %– поверхность почвы неустойчива к дефляции.

2. Рассчитайте подверженность почвы дефляции по формуле Е.И. Шиятого, который установил зависимость подверженности почвы дефляции от степени комковатости этой почвы по уравнению:

$$Q = 10^{a-bk},$$

где Q – эродируемость почвы (количество дефлированного почвенного материала за 5 мин.), г/м^2,

к – комковатость слоя почвы 0-5 см (содержание частиц более 1 мм);

a, b – коэффициенты регрессии (таблица 1).

Таблица 1

Коэффициенты регрессии для определения выдувания почвы

Гранулометрический состав почвы	Коэффициент *a*	Коэффициент *b*
Легкосуглинистый (лсг)	3,3089	0,0285
Среднесуглинистый (ссг)	3,3895	0,0294
Тяжелосуглинистый и глинистый (тсг)	3,6349	0,0319

Оценка дефляционной устойчивости поверхности почвы проводится по следующим критериям: допустимый предел эродируемости – 58 г/м$^{2.}$, крайний допустимый предел эродируемости – 125 г/м^2.

3. Сравните образцы почвы по дефляционной устойчивости, подверженности дефляции и объясните причину различий. Результаты представьте в виде табл. 2.

Таблица 2

Название почв	Содержание частиц более 1 мм, %	Q (оценка дефляционной устойчивости поверхности почвы)

Задание (номер варианта – последняя цифра зачетной книжки)

Вариант	Название почв	Размер агрегатов, мм, и их содержание, %							
		>10	10-7	7-5	5-3	3-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25
1	серая лесная лсг	6	14	11	22	8	10	14	5
	чернозем южный тсг	14	10	2	9	23	17	19	6
2	коричневая тсг	–	11	19	14	22	14	10	10
	чернозем обыкновенный тсг	8	12	16	21	4	4	20	15
3	чернозем типичный г	7	11	18	13	23	6	12	10
	лугово-каштановая г	16	11	14	25	9	7	10	8
4	чернозем южный тсг	17	9	4	–	18	23	12	17
	подзолисто-дерновая лсг	10	8	13	14	15	25	15	–
5	серая лесная лсг	5	14	6	26	11	10	14	14
	чернозем типичный тсг	3	18	17	5	29	12	16	–
6	чернозем карбонатный ссг	10	4	19	7	8	22	20	10
	лугово-черноземная г	20	12	8	15	15	5	5	20
7	солонец луговой г	6	15	10	5	14	27	3	20
	лугово-каштановая г	7	10	27	2	11	14	20	9
8	чернозем южный ссг	5	15	25	20	10	5	5	15
	темно-каштановая тсг	3	13	19	29	4	15	7	10
9	чернозем типичный тсг	5	21	14	18	10	6	10	16
	дерново-подзолистая лсг	11	4	4	4	31	10	18	18
10	серая лесная лсг	5	14	17	18	10	11	20	5
	чернозем обыкновенный ссг	19	15	10	10	5	11	10	20

Контрольные вопросы:

1. Какие агрегаты являются дефляционно устойчивыми?
2. Что такое комковатость почвы?
3. Что такое эродируемость почвы?

Тема 2. Расчет потерь элементов питания растений от водной эрозии и оценка эффективности противоэрозионных мероприятий

Цель работы. Оценить потери элементов питания из почвы в результате водной эрозии с твердым стоком (мелкоземом) и рассчитать количество выносимых при этом элементов питания на заданном участке.

Почвенной эрозией называется механическое разрушение почвенного покрова движущейся водой (***водная эрозия***) или ветром (***ветровая эрозия*** или ***дефляция***). Водная эрозия, в свою очередь подразделяется, на *плоскостную* – смыв частиц почвы из поверхностного (пахотного) слоя на больших площадях и *линейную* – размыв почвы на значительную глубину с образованием промоин разных размеров до очень глубоких и длинных оврагов.

Плоскостная эрозия почв. Вода, стекающая по поверхности почвы, неизбежно увлекает собой то или иное количество почвенных частиц различной крупности и сносит их в ручьи, реки, а через них в озера и моря. Даже при очень малом слое стекающей воды и при малых скоростях течения вода начинает увлекать с собой мельчайшие коллоидные и илистые частицы почвы. По мере увеличения поверхностного стока и скоростей течения воды уносятся уже более крупные пылеватые частицы, затем мелкопесчаные, а при очень интенсивном поверхностном стоке и крупно-песчаные фракции. В результате верхний плодородный почвенный слой или совсем смывается, или лишается наиболее ценных мелких почвенных частиц, вследствие чего резко ухудшаются его физические свойства: уменьшается влагоемкость, почва теряет связанность и распыляется. На такой почве поверхностный сток еще более усиливается и процессы почвенной эрозии прогрессируют.

Ухудшаются также и химические свойства почвы, так как с водой в первую очередь уносятся наиболее плодородные коллоидальные фракции. Так, чернозем, развитый на карбонатном лесе, вследствие эрозии теряет значительную часть гумуса и обогащается карбонатами; его поглощающий комплекс насыщается основаниями, а количество доступных для растений зольных элементов питания падает. Размеры ущерба, приносимого плоскостной эрозией сельскому хозяйству, очень велики. Так, один сильный ливень смывает с гектара распаханного склона на черноземных почвах до 600 кг азота, до 400 кг фосфора и до 500 кг калия. В результате смыва за год почва теряет с гектара больше питательных веществ, чем их потребляют сельскохозяйственные культуры при самых высоких урожаях. В районах, наиболее подверженных почвенной эрозии, с пахотных земель ежегодно смывается около 15 млн. тонн плодородной почвы, в том числе 0,43 млн.т связанного азота, 0,14 млн.т фосфорной кислоты и 2,84 млн.т окиси калия.

К причинам, вызывающим явления плоскостной почвенной эрозии, относятся:

- большие уклоны поверхности (более 3°);

-низкая водопроницаемость материнских пород подстилающих почвенные горизонты, что препятствует поглощению влаги почвой и увеличивает поверхностный сток;

-большая водосборная площадь склона, обуславливающая приток больших количеств воды;

-частое выпадение сильных ливней в весенние и летние месяцы.

Явления смыва почвы развиваются тем сильнее, чем интенсивнее действуют перечисленные причины, и тем слабее, чем больше сопротивляемость почвы. Лучше сопротивляются смыву достаточно водопроницаемые структурные почвы, обладающие при этом значительной влагоемкостью, бесструктурные диспергированные почвы смываются чрезвычайно легко.

Очень большое влияние на сопротивляемость почвы смыву оказывает состояние ее поверхности. Травяной покров и лес, задерживающие часть выпадающих осадков, замедляющие поверхностный сток и закрепляющие почву корневой системой, резко увеличивают сопротивляемость почв смыву. Наоборот, распаханные почвы, а тем более распаханные по направлению уклона поверхности очень легко смываются.

Большое значение для интенсивности смыва имеет влажность почвы к моменту выпадения ливня, вызывающего смыв. Пересушенные, распыленные почвы подвергаются смыву значительно легче, чем почвы того же механического и агрегатного состава, но более влажные в момент выпадения ливня. Вследствие этого склоны, обращенные на юг и на запад, всегда смываются интенсивнее, чем склоны, обращенные на север и на восток.

Линейная эрозия. Если вода, стекающая по склону, по условиям рельефа концентрируется в отдельные, более мощные струи, процесс поверхностного смыва почвы переходит в процесс линейного размыва. С начала на поверхности склона образуются мелкие рытвины и промоины, в которых сток концентрируется в более мощные потоки, интенсивность размыва усиливается, и рытвины постепенно превращаются в овраги. Образовавшийся овраг растет с каждым последующим паводком, продвигаясь вверх по склону по направлению своей оси и многочисленных боковых ответвлений. Двигающийся по оврагу мощный поток размывает его дно; овраг постепенно углубляется и вследствие обвала откосов разрастается в ширину.

Продольный профиль дна деятельного оврага всегда имеет вогнутую форму с большими уклонами в верхней части и меньшими в нижней. В верхней части профиля происходит дальнейший интенсивный размыв грунта, в нижней части размытый и вынесенный водным потоком грунт откладывается на дне, а в средней части наблюдается равновесие между размывом и отложением грунта.

Меры борьбы с плоскостной эрозией почв. Меры и способы борьбы со смывом почвы бывают следующие: агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические. Важнейшим агротехническим средством борьбы с плоскостной эрозией почв является вспашка поперек склона или по горизонталям, если поверхность склона сложная. Такая вспашка уменьшает поверхностный сток, а как следствие и смыв почвы в среднем в 1,5-2 раза, а в отдельных слу-

чаях в 5-10 раз по сравнению с участками, где вспашка проводилась вдоль склона. Большое значение для уменьшения смыва почвы имеет максимальное увеличение глубины вспашки на наиболее крутых склонах до 27-30 см. Кроме того, в качестве способов, препятствующих смыву почвы, эффективно бороздование зяби поперек склона, прерывистое бороздование в этом же направлении, вспашка в двух взаимно перпендикулярных направлениях под острым углом к направлению склона, в результатечего создается ячеистая поверхность.

Второе важное агротехническое средство борьбы со смывом почвы – введение почвозащитных севооборотов с многолетними травами. Такие севообороты вводят на севооборотных массивах, на полях и даже на участках, наиболее подверженных почвенной эрозии. Поля полезащитных севооборотов располагают длинной стороной поперек склона при ширине их не более 150-200 м. Во многих случаях подверженные смыву склоны оврагов и балок целесообразно использовать под сады и ягодники, которые также хорошо защищают почву от эрозии.

Основной лесотехнический способ борьбы со смывом почвы – это создание поперек склона водопоглощающих лесных полос шириной от 20 до 60 м на расстоянии 150-300 м друг от друга в зависимости от уклона склона. При создании лесозащитных полос опасны в отношении размыва путь стекающей воды по пашне разбивают на короткие отрезки, которые чередуются с облесенными участками, где скорость и течение резко уменьшаются.

Водопоглощающие лесные полосы делают непродуваемыми (плотными) с густым подлеском, который своей корневой системой сильно увеличивает сопротивляемость смыву почвы. В состав насаждений на водопоглощающих полосах обычно включают 4-8 следующих древесных пород: дуб, тополь, ясень, вяз, клен, липа, акация, лох, лещина, жимолость. Деревья высаживают рядами через 1,5-2,3 м с расстояниями между деревьями в ряду 0,7-1,0 м.

В тех случаях, когда агротехническими и лесотехническими мероприятиями невозможно предотвратить эрозию почвы (крутые склоны со значительными водосборными площадями, бесструктурные, легкосмываемые почвы), прибегают к устройству специальных гидротехнических сооружений – гребенчатых, ступенчатых или траншейных террас.

При уклонах склона от $3\text{-}7^0$ на более легких почвах устраивают гребенчатые террасы с горизонтальными валами, а на более тяжелых с наклонными валами. На склонах с уклоном более 7° вместо гребенчатых устраивают ступенчатые террасы, на которых, помимо устройства заградительных валов, срезают почву в верхней половине и насыпают в нижнюю. Во избежание потери большой площади под оградительными валами на ступенчатых террасах откосы их делают крутыми, укрепляя их дерном или посадкой кустарника.

На еще более крутых склонах устраивают траншейные террасы, которые используют под фруктовые сады.

На основе исходных данных (табл.1) и таблиц 2, 3 рассчитайте потери азота, фосфора и калия с твердым стоком, по формуле:

$$B_{элемента}=B_{мелкозема} \times C_{элемента} \times 1000/100, \text{ где}$$

$B_{элемента}$ – вынос элементов питания с твердым стоком (азота, фосфора, калия), кг/га;

$B_{мелкозема}$ – вынос мелкозема, т/га;

$C_{элемента}$ – содержание элементов питания в почве, %;

1000 – пересчет т в кг.

1. Исходные данные для расчета твердого стока почв

№ варианта	Название почвы	Зона	Площадь участка (S), га	Крутизна склона, ^{0}	Коэф. стока (Кс)
1	Дерново-слабоподзолистые	1	13	0,5-2	0,10
2	Дерново-среднеподзолистые	1	9	2-5	0,20
3	Подзолисто-дерновые	1	51	5-10	0,35
4	Дерново-карбонатные	1	24	>10	0,60
5	Дерновые глееватые	1	29	2-5	0,15
6	Серые лесные	2	63	0,5-2	0,10
7	Серые оподзоленные	2	57	2-5	0,20
8	Светло-серые оподзоленные	2	25	5-10	0,30
9	Темно серые оподзоленные	2	43	>10	0,45
10	Черноземы оподзоленные	2	61	5-10	0,45
11	Черноземы выщелоченные	2	78	2-5	0,15
12	Черноземы типичные	2	14	0,5-2	0,10
13	Черноземы обыкновенные	3	68	2-5	0,20
14	Черноземы южные	3	95	5-10	0,35
15	Темно-каштановые	3	24	0,5-2	0,10
16	Темно-каштановые солонцеватые	3	26	2-5	0,15
17	Лугово-каштановые	3	35	2-5	0,20
18	Лугово-черноземные	3	38	0,5-2	0,10
19	Черноземы карбонатные	3	68	5-10	0,40
20	Черноземы мицеллярно-карбонатные	3	42	5-10	0,45
21	Коричневые	3	58	>10	0,7
22	Подзолисто-дерновые	1	43	5-10	0,30
23	Светло-серые оподзоленные	2	54	5-10	0,35
24	Лугово-каштановые	3	19	2-5	0,20
25	Темно-каштановые	3	32	0,5-2	0,15
26	Черноземы обыкновенные	3	24	2-5	0,20
27	Черноземы карбонатные	3	18	5-10	0,45
28	Серые лесные	2	21	0,5-2	0,15
29	Черноземы южные	3	14	5-10	0,30
30	Дерново-среднеподзолистые	1	26	2-5	0,15

Таблица 2. Ежегодные потери почвы от водной эрозии на склоновых землях

Зона	Крутизна склона, ^{0}	Вынос мелкозема, т/га
1. Таежно-лесная	0,5-2	8
	2-5	20
	5-10	65
	>10	140
2. Лесостепная	0,5-2	10
	2-5	37
	5-10	95
	>10	190
3. Степная и сухостепная	0,5-2	4,5
	2-5	15
	5-10	45
	>10	120

Таблица 3. Содержание элементов питания в разных типах почв

Тип почвы	Содержание (С), %		
	N	P_2O_5	K_2O
Дерново-слабоподзолистые	0,05	0,10	1,11
Дерново-среднеподзолистые	0,04	0,10	1,10
Подзолисто-дерновые	0,06	0,11	1,11
Дерново-карбонатные	0,06	0,11	1,134
Дерновые глееватые	0,05	0,10	1,11
Серые лесные	0,14	0,12	1,88
Серые оподзоленные	0,15	0,14	1,90
Светло-серые оподзоленные	0,15	0,14	1,90
Темно серые оподзоленные	0,22	0,13	2,0
Черноземы оподзоленные	0,25	0,14	2,07
Черноземы выщелоченные	0,25	0,14	2,07
Черноземы типичные	0,30	0,15	2,09
Черноземы обыкновенные	0,27	0,15	1,90
Черноземы южные	0,16	0,14	2,60
Темно-каштановые	0,22	0,16	2,70
Темно-каштановые солонцеватые	0,20	0,16	2,60
Лугово-каштановые	0,15	0,13	2,90
Лугово-черноземные	0,27	0,20	2,60
Черноземы карбонатные	0,25	0,13	2,00
Черноземы мицеллярно-карбонатные	0,30	0,16	2,60
Коричневые почвы	0,30	0,17	2,30

Вынос питательных элементов с жидким стоком (талой водой) представлен в таблице 4.

Таблица 4. Вынос элементов питания из мелкозема с талой водой, кг/га

№пп	Коэффициент стока, ($К_с$)	N	P_2O_5	K_2O
1	0,10	0,06	0,05	0,05
2	0,15	0,2	0,01	0,02
3	0,20	0,36	0,01	0,21
4	0,30	0,60	0,01	0,27
5	0,35	0,66	0,01	0,39
6	0,40	1,12	0,04	0,45
7	0,45	1,09	0,29	0,83
8	0,5	1,92	0,45	1,28
9	0,6	0,56	0,45	0,24
10	0,7	0,69	0,27	0,83

Рассчитайте суммарные потери по каждому элементу питания растений от твердого и жидкого стока почвы.

$В_{элемента} = В_{элемента}тс + В_{элемента}жс$.

Рассчитайте общие потери элементов питания от водной эрозии на всю площадь участка.

$В_{элемента\ с\ участка} = В_{элемента}\ x S_{участка}$

Проанализируйте разрушительную роль водной эрозии в потерях элементов питания.

Контрольные вопросы:

1. Назовите виды почвенной эрозии.
2. Назовите виды водной эрозии.
3. Мероприятия по борьбе с водной эрозией.

Тема 3. Определение баланса элементов питания на склоновых землях с учетом потерь от эрозии и мероприятия по уменьшению смыва почвы

Цель работы. Произвести расчет баланса элементов питания на склоновых землях и сделать оценку эффективности противоэрозийных мероприятий.

Задание.

1. Рассчитать баланс элементов питания с учетом потерь от эрозии.
2. Определить, какие противоэрозионные мероприятия следует проводить на данном участке.
3. Сделать выводы относительно оценки потерь почвы от эрозии по балансу элементов питания и эффективности противоэрозионных мероприятий.

Порядок выполнения

Практическая работа № 3 выполняется на основе практической работы №2.

I. Рассчитайте баланс элементов питания.

1. Расчет статьи расходов элементов:

1.1. Вынос с урожаем элементов питания (кг/га) рассчитывают, перемножая урожайность культуры в ц/га (таблица 2) на вынос NPK 1 ц основной продукции из таблицы 3;

1.2. Потери из удобрений рассчитывают лишь для азота, и они составляют:

- на черноземных и каштановых почвах – 10% от внесенных удобрений; на серых лесных – 15%; на дерново-подзолистых – 20%;

1.3. Потери элементов питания от эрозии берут из лабораторной работы №1.

2. Расчет статьи поступления элементов:

2.1. Поступление с минеральными удобрениями – приведено в соответствующем варианте;

2.2. Поступления с семенами рассчитывают, перемножив норму высева культуры (таблица 4) на содержание элементов питания в семенах;

2.3. Поступления с осадками учитывают для азота: Таежно-лесная зона – 5-7; Лесостепная зона – 7-10; Степная зона – 4 кг/га;

2.4. Фиксацию азота клубеньковыми бактериями учитывают, если предшественник – бобовая культура.

Азотфиксация в почве составляет: под многолетними травами – 150-300; под люпином – 100-200; под викой, горохом – 50-100 кг/га;

2.5. Фиксация азота в почве свободноживущими организмами составляет для: Таежно-лесной зоны – 5, Лесостепной зоны – 10, Степной зоны – 8 кг/га.

Рассчитайте баланс элементов питания на 1 гектар и на площадь земельного участка (поля).

Форма представления результатов расчета баланса (таблица 1):

1. Баланс элементов питания

Показатель	N		P_2O_5		K_2O	
	кг/га	%	кг/га	%	кг/га	%
1. Потери – всего, в т.ч.		*100*		*100*		*100*
1.1. Вынос с урожаем						
1.2. Потери из удобрений			-	-	-	-
1.3. Потери от эрозии – всего, в т.ч.						
а) с жидким стоком						
б) с твердым стоком						
Потери со всей площади, кг		-				
2. Поступление – всего, в т.ч.		100		100		100
2.1. С минеральными удобрениями						
2.2. С семенами						
2.3. С осадками			-	-	-	-
2.4. С клубеньковыми бактериями			-	-	-	-
2.5. Со свободнодвижущимися организмами			-	-	-	-
Поступление со всей площади, кг		-		-		-
3. Баланс, кг/га		-		-		-
Баланс по площади поля, ц						

2. Исходные данные по вариантам

Вариант	Культура	Урожайность, ц/га	Удобрение	Предшественник
1	Озимая пшеница	25,5	$N_{70}P_{60}K_{90}$	Клевер
2	Озимая пшеница	24,5	$N_{80}P_{60}K_{90}$	Гречиха
3	Озимая рожь	26,5	$N_{90}P_{40}K_{40}$	Кукуруза на силос
4	Озимый ячмень	28,5	$N_{70}P_{60}K_{90}$	Озимая пшеница
5	Природные сенокосы	14,0	$N_{40}P_{90}K_{0}$	Природные сенокосы
6	Гречиха	16,5	$N_{30}P_{45}K_{40}$	Кукуруза на зерно
7	Овес	22,1	$N_{60}P_{45}K_{60}$	Озимая пшеница
8	Картофель	175	$N_{60}P_{60}K_{90}$	Озимый ячмень
9	Просо	15,3	$N_{20}P_{50}K_{45}$	Картофель
10	Кукуруза на зерно	305	$N_{90}P_{60}K_{80}$	Кукуруза на силос
11	Сахарная свекла	376	$N_{120}P_{90}K_{100}$	Озимая пшеница
12	Озимая пшеница	38,5	$N_{90}P_{60}K_{40}$	Кукуруза на силос
13	Озимый ячмень	28,0	$N_{40}P_{40}K_{0}$	Кукуруза на зерно
14	Подсолнечник	18,5	$N_{90}P_{60}K_{45}$	Озимый ячмень
15	Горох	20,4	$N_{30}P_{40}K_{40}$	Сахарная свекла
16	Люцерна	20,0	$N_{0}P_{60}K_{60}$	Яровой ячмень
17	Подсолнечник	19,8	$N_{90}P_{60}K_{60}$	Озимый ячмень
18	Озимая пшеница	33,2	$N_{90}P_{60}K_{30}$	Эспарцет

19	Овес	21,4	$N_{60}P_{30}K_{30}$	Овощные
20	Лен	45,0	$N_{90}P_{80}K_{60}$	Люцерна
21	Многолетние травы	24,0	$N_{30}P_{60}K_{30}$	Многолетние травы
22	Люпин	30,0	$N_{30}P_{45}K_{40}$	Озимая пшеница
23	Свекла сахарная	167,0	$N_{100}P_{80}K_{90}$	Озимая пшеница
24	Кукуруза на силос	120,0	$N_{90}P_{40}K_{0}$	Озимый ячмень
25	Кукуруза на зерно	15,0	$N_{90}P_{60}K_{30}$	Озимый ячмень
26	Яровой ячмень	14,0	$N_{60}P_{30}K_{30}$	Озимая пшеница
27	Озимая пшеница	55,0	$N_{90}P_{60}K_{45}$	Люцерна
28	Картофель	160	$N_{70}P_{50}K_{70}$	Люпин
29	Кукуруза на силос	135	$N_{100}P_{45}K_{0}$	Озимый ячмень
30	Кукуруза на зерно	18	$N_{120}P_{40}K_{30}$	Озимая пшеница

3. Вынос питательных веществ с урожаем культур на 1 ц основной и соответствующее количество побочной продукции, кг

Культура	Продукция	N	P_2O_5	K_2O
Пшеница озимая	зерно	3,2	1,1	1,6
Пшеница яровая	-«-	4,2	1,1	1,5
Ячмень озимый	-«-	2,7	1,1	2,4
Рожь озимая	-«-	2,9	1,2	2,1
Кукуруза	-«-	3,0	1,0	2,6
Ячмень яровой	-«-	2,7	1,1	1,6
Овес	-«-	3,2	1,4	2,8
Просо	-«-	3,4	0,9	2,9
Гречиха	-«-	3,0	1,5	3,9
Горох	-«-	6,6	1,5	2,0
Вика	-«-	6,7	1,4	1,7
Люпин	-«-	6,0	1,7	3,3
Лен	семена	4,7	1,8	2,1
Конопля	-«-	4,3	2,3	2,6
Подсолнечник	-«-	5,7	2,7	11,4
Свекла сахарная	корнеплоды	0,5	0,13	0,5
Свекла кормовая	-«-	0,4	0,12	0,5
Кукуруза	зеленая масса	0,25	0,1	0,35
Вика с овсом	-«-	0,35	0,12	0,45
Горох	-«-	0,7	0,15	0,2
Люпин	-«-	0,6	0,11	0,3
Рожь озимая	-«-	0,3	0,12	0,45
Клевер	сено	1,9	0,6	1,5
Люцерна	-«-	2,6	0,6	1,5
Природные сенокосы	-«-	1,7	0,7	1,8
Картофель	клубни	0,5	0,22	0,8

Капуста	кочаны	0,33	0,13	0,44
Томаты	плоды	0,26	0,04	0,36
Морковь столовая	корнеплоды	0,32	0,1	0,5
Свекла столовая	-«-	0,27	0,15	0,43
Огурцы	плоды	0,17	0,14	0,26
Лук	луковицы	3,0	1,2	4,0
Плодовые и ягодные	плоды и ягоды	0,5	0,3	0,6

4. Нормы высева (кг/га) и содержимое питательных элементов в семенах основных культур % на воздушно-сухое вещество

Культура	Норма высева	N	P_2O_5	K_2O
Пшеница озимая	100-200	2,0-2,5	0,85-1,0	0,5-0,8
Пшеница яровая	150-200	2,0-3,0	0,80-0,85	0,6-0,9
Рожь озимая	160-200	1,5-1,6	0,70-0,85	0,5-0,6
Кукуруза на зерно	20-25	1,8-2,0	0,50-0,60	0,35-0,40
Кукуруза на силос	30-45	1,8-2,0	0,50-0,60	0,35-0,40
Ячмень яровой	160-180	1,8-1,9	0,80-0,90	0,5-0,6
Овес	140-160	2,0-2,1	0,70-0,85	0,4-0,5
Просо	20-25	1,7-1,9	0,55-0,65	0,5-0,6
Горох	170-180	4,0-4,5	0,9-1,0	1,0-1,3
Подсолнечник	10-15	2,5-2,6	1,3-1,4	0,9=1,0
Лен	40-50	3,8-4,0	1,2-1,4	1,0-1,1
Свекла сахарная	15-25	1,2-3,6	1,8-2,2	0,8-1,0
Свекла кормовая	20-25	1,2-3,6	1,8-2,2	0,8-1,0
Картофель	3000	0,25-0,35	0,12-0,15	0,5-0,6
Гречиха	75-100	1,7-1,8	0,55-0,65	0,25-0,30
Люпин	200-250	4,7-4,8	1,4-1,5	1,15-1,25
Клевер	10-15	4,5-5,0	1,2-1,3	1,0-1,5
Эспарцет	90-100	4,5-5,0	1,2-1,3	1,0-1,5
Люцерна	18-20	5,5-6,0	1,3-1,4	1,0-1,5

На основе данных п.1 лабораторной работы №1 предложите противоэрозионные мероприятия, которые бы максимально уменьшили смыв почвы, пользуясь таблицей 5.

5. Эффективность агротехнических мероприятий*

Название мероприятия	*Уменьшение смыва, т/га*
Комбинированная вспашка	6,4
Плоскорезная обработка	9,0

Мелкая обработка	13,8
Щелевание	12,6

Контрольные вопросы:

1. Назовите статьи потерь элементов питания из почвы.
2. Назовите статьи поступления элементов питания в почву.
3. Назовите агротехнические мероприятия по борьбе с водной эрозией.

Тема 4. Оценка химического загрязнения почв и их санитарного состояния

1. Цель работы. Оценить степень загрязнения почв путем расчета интегрального показателя полиэлементного загрязнения почв и определить комплексный санитарно-гигиенический показатель почв.

В качестве основных показателей для оценки экологического состояния земельных ресурсов используются показатели химического загрязнения почв и их санитарного состояния, показатели интенсивности развития геологических процессов.

Показатели химического загрязнения почв. Литологический состав почвообразующих пород играет существенную роль для формирования вещественного состава почв, а также замедляет, ускоряет или останавливает миграцию загрязняющих веществ по почвенному профилю. Минеральный состав глин в почвах отражает тенденцию изменения свойств в результате загрязнения: изменяются катионно-обменные и кислотно-основные свойства; окислительно-восстановительные свойства; биологическая активность почв. При определении минералогического состава почв целесообразно выделять три группы: коалинитовые, смешанно-слойные, монтмориллонитовые. Реакция почв на загрязняющие вещества различается существенно. В большей степени загрязняются почвы, содержащие в своем составе монтмориллонит или смешанно-слойные минералы, в которых содержание монтмориллонита больше 80%.

Химические элементы в почвах содержатся в живых организмах (биогенная форма нахождения), минералах, водных (почвенных) растворах (сорбированной форме), газовых смесях. Биохимические процессы, которые происходят в почвах, и процессы образования и обмена химических элементов в живых организмах взаимосвязаны как отдельные этапы круговорота веществ. Микроэлементы в почвах играют роль катализаторов в развитии растений, особенно в процессе фотосинтеза и усвоения азота.

Прямое поступление вредных веществ через почву в организм человека невелико, ограничено случаями прямого контакта с ней (производство земляных работ, почвенная пыль, игра детей в песочницах и тд.). Химические вещества, попавшие в почву, поступают в организм человека главным образом через контактирующие с почвой среды: воду, воздух и растения по биологическим цепям (почва – растение-человек, почва-растение - животное-человек и т.д.). По,этому принципы нормирования ПДК химических элементов в почве значительно отличаются от принципов положенных в основу их нормирования для других компонентов природы. ПДК загрязняющих веществ в почве – максимальная разовая доля загрязняющего почву вещества, не вызывающая прямого или косвенного влияния, включая отдельные последствия на окружающую среду и здоровье человека (ГОСТ 17.4.1.03-84). Например, ПДК пестицидов в почве представляет собой максимальное содержание остатков пестицидов, при котором они мигрируют в сопредельные

среды в количествах, не превышающих гигиенические нормативы, а также не влияют отрицательно на биологическую активность самой почвы. Помимо ПДК, в нормировании экологического состояния почв используют временный норматив – ОДК – предельно ориентировочно допустимое количество химического вещества, которое получают расчетным путем. ОДК пересматриваются каждые три года или заменяют на ПДК.

Для определения ПДК загрязняющих почву веществ используются тесты, учитывающие шесть показателей вредного воздействия: органолептический, общесанитарный, токсикологический, миграционно-водный, миграционно-воздушный и фитоаккумулятивный (транслокационный). *Общесанитарный* показатель вредности для почвы характеризует влияние химического вещества на самоочищающую способность почвы и почвенный микробиоценоз в количествах, не изменяющих указанные процессы. *Фитоаккумулятивный* показатель вредности характеризует способность химического вещества переходить из пахотного слоя почвы через корневую систему растений и накапливаться в его зеленой массе и плодах в количестве, не превышающем ПДК для данного вещества в пищевых продуктах. *Миграционно-водный и воздушный* показатели вредности характеризуют способность химического вещества переходить из пахотного слоя почвы в атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды в количестве, при миграции которого не происходит превышение величины ПДК в этих компонентах. В эксперименте используется эталонная дерново-подзолистая почва. Минимальная из шести допустимых концентраций принимается в качестве ПДК. Теоретически обоснована необходимость нормирования таких стабильных химических веществ: соли тяжелых металлов (свинец, мышьяк, медь, ртуть и др.) и микроэлементы (молибден, цинк, бор, ванадий и др.), которые применяются как микроудобрения в сельском хозяйстве. Таким образом, при установлении ПДК для почв реализованы как гигиенические (через токсикологический показатель), так и некоторые экологические (через другие показатели) подходы к нормированию содержания загрязняющих веществ.

Количественные показатели содержания химических веществ и их соединений в почве зависят от вида землепользования (населенный пункт, курорты и зоны отдыха, территории предприятий сельхозугодий и т.д.

В результате хозяйственной деятельности в почву попадает большое количество токсических веществ, которые имеются в почвах в небольших количествах (фоновые содержания) или вообще для почв не характерны. Загрязнение почв токсичными веществами при различных видах техногенной нагрузки, согласно ГОСТ 17.4.3.06-86 определяют по коэффициенту концентрации (Нс), который определяется по формулам:

$$H_C = \frac{C}{C_\phi} \text{ или } \acute{I}_{\tilde{N}} = \frac{\tilde{N}}{\tilde{N}_{\hat{I}\acute{A}\hat{E}}}, \quad (1)$$

где С – общее содержание загрязняющего вещества;

$C_Ф$ – среднее фоновое содержание загрязняющего вещества;

$C_{ПДК}$ – содержание предельно-допустимых количеств загрязняющего вещества.

Интегральный показатель полиэлементного загрязнения почв определяется по формуле:

$$\acute{I}_{\tilde{N}i} = \frac{\sum C_i}{\sum C_{\delta^3}}, \quad (2)$$

где $\sum C_i$- сумма контролируемых загрязняющих веществ;

$\sum C_{фi}$ - сумма предельно-допустимого (фонового) содержания загрязняющих веществ.

Если: $H_{Cj} \leq 8$ - почва чистая, $8 < H_{Cj} \leq 16$ – почва малозагрязненная, $16 < H_{Cj} \leq 32$ – почва слабозагрязненная, $32 < H_{Cj} \leq 64$ – почва загрязненная, $64 < H_{Cj} \leq 128$ – почва сильно загрязненная, $H_{Cj} > 128$ – почва катастрофически загрязненная.

При характеристике экологического состояния почв определяется загрязнение почв на всю их мощность, с учетом динамики поступления загрязняющих веществ во времени. В настоящее время в качестве комплексного показателя токсического загрязнения почвы используется также показатель фитотоксичности. Фитотоксичность это биотестовый интегральный показатель, который отражает свойство загрязненной почвы подавлять прорастание семян, рост и развитие высших растений. Этот показатель начали применять наряду с традиционными показателями при разработке ПДК гербицидов с 1982 года.

Санитарно-гигиенические показатели. Кроме характеристики химического загрязнения почв для всех видов земель единого государственного фонда проводится контроль санитарного их состояния. Под санитарным состоянием понимается совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющих ее безопасность в эпидемиологическом и гигиеническом отношении (ГОСТ 17.4.2.01-81). Цель контроля – предупреждение загрязнения почв бытовыми и промышленными выбросами и отходами, а также веществами, целенаправленно применяемыми в сельском хозяйстве. Оценка *санитарного состояния почв* проводится по оценочным показателям – санитарное число, бактериальное загрязнение, санитарно-гельминтологические и санитарно энтомологические показатели (таблица 1).

Санитарное число – частное от деления количества почвенного белкового азота (в мг на 100 г абсолютно сухой почвы) на количество органического азота (в тех же единицах). При внесении в почву органических удобрений содержание органического азота увеличивается и, следовательно, изменяется соотношение между ним и белковым азотом.

Санитарно-гельминтологическим показателем состояния почв является число яиц гельминтов в 1 кг почв, а санитарно-энтомологическим – наличие личинок и куколок мух на 0,25 м^2 ее поверхности.

Для количественной характеристики содержания кишечной палочки в почве введено понятие коли-титра. Коли-титр почвы – то наименьшее количество почвы, выраженное в граммах, в котором обнаруживается одна жиз-

неспособная кишечная палочка (E.Colli). Чем больше величина коли-титра данного грунта, тем чище грунт в отношении кишечной палочки (Escherichia coli).

1. Комплексный санитарно-гигиенический показатель почв

Качество почвы	Число личинок и куколок мух (0,25 м^2)	Число гельминтов (кг)	Коли-титр	Титр анаэробов	Санитарное число
Чистая	0	0	>1	>0,1	1-0,98
Малозагрязненная	до 10	1-10	1-0,01	0,1-0,01	0,98-0,85
Загрязненная	10,25	11-100	0,01-0,001	0,01-0,0001	0,85-0,7
Сильнозагрязненная	>25	>100	<0,001	<0,0001	<0,7

Присутствие некоторых микроорганизмов в почвах указывает на специфическое органическое загрязнение. В качестве показателей бактериального загрязнения почвы используют: титр кишечной палочки (E.Colli) и титр одного из анаэробов (Cl.Perfingens). Эти бактерии поступают в почву с фекалиями.

В перечень контролируемых показателей при оценке санитарного состояния почв также входят: показатели концентраций аммонийного и нитратного азота, хлоридов, остаточных количеств пестицидов и других загрязняющих веществ (тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов, фенолов, сернистых соединений), канцерогенов, радиоактивных веществ, макро- и микроудобрений.

В разрушении химических веществ в почве участвуют различные группы организмов, в том числе бактерии, грибы, актиномицеты, растения. Большинство микроорганизмов, обитающих в почвах – сапрофаги (организмы, питающиеся разлагающимися остатками животных и растений). Они не приносят вреда живым организмам, а лишь способствуют разложению мертвого органического вещества. Вместе с тем, постоянно или временно в почвах обитают патогенные, болезнетворные микроорганизмы, возбудители инфекционных заболеваний – клостридии. Некоторые из них, главным образом постоянные обитатели почвы, образуют спору – плотную оболочку, обеспечивающую им устойчивость к различным неблагоприятным воздействиям внешней среды: высокой температуре, высыханию, высокому давлению, отсутствию питательных веществ. К патогенным бактериям относятся возбудители сибирской язвы (особенно в черноземах и каштановых почвах), газовой гангрены, столбняка, ботулизма и т.д.

Показатели интенсивности развития геологических процессов. На состояние земельных ресурсов оказывают большое влияние экологически неблагоприятные экзогенные процессы, которые часто развиваются на фоне эндогенных процессов. Экзогенные и эндогенные процессы часто взаимосвя-

заны друг с другом и причинно обусловлены. Степень пораженности территории геологическими процессами определяется индексом пораженности:

$$P = \frac{Si}{S}, \quad (3)$$

где P – индекс пораженности;

Si- площадь участка, пораженного геологическим процессом,

S – площадь территории, для которой проводится оценка.

Ход работы. Расчеты по определению интегрального показателя загрязнения производить по формулам 1 и 2. Исходные данные для расчета приведены в таблице 2 и 3.

2. Содержание и санитарные нормы концентраций некоторых химических ингредиентов в почве, мг/кг почвы

Ингредиент		Подвижная форма			Водорастворимая форма	Валовое содержание					
		Co	Fe	Cr	F	бенз(а)-пирен	кислоты (орто-, мета-, пара-)	As	Hg	Pb	Pb+Hg
ПДК		5,0	2,0	6,0	10,0	0,02	0,3	2,0	2,1	32,0	120
№ задания	1	3,1	1,5	4,8	10,2	0,02	0,9	2,5	2,0	30	130
	2	9,8	1,9	5,7	9,6	0,01	0,2	2,1	2,2	35	121
	3	1,2	2,1	6,0	9,0	0,01	0,1	1,0	2,0	32	119
	4	7,3	2,7	5,9	8,4	0,02	0,4	1,7	2,0	31	117
	5	4,5	3,0	4,0	6,6	0,02	0,3	1,9	1,9	30	116
	6	6,4	2,0	7,0	7,8	0,01	0,4	2,1	1,8	33	115
	7	3,1	1,8	7,8	9,7	0,02	0,2	1,0	1,7	29	120
	8	2,3	1,0	2,9	10,2	0,02	0,3	1,0	2,0	28	121
	9	0,5	1,2	5,6	10,7	0,01	0,2	2,2	2,1	31	122
	10	7,0	1,7	6,7	9,9	0,01	0,4	2,3	2,1	32	123
	11	11,0	2,5	7,2	9,1	0,03	0,4	1,9	2,5	34	124
	12	0,9	3,4	8,4	9,0	0,04	0,3	1,8	2,4	36	125
	13	4,5	2,1	9,0	10,0	0,01	0,4	1,6	1,9	30	119
	14	7,2	8,0	12,0	10,8	0,02	0,5	1,4	1,8	18	118
	15	3,5	3,0	5,7	12,0	0,04	0,6	1,5	2,6	12	117
	16	6,0	1,6	4,2	14,0	0,01	0,2	1,9	2,1	15	118
	17	5,0	1,9	4,9	10,1	0,02	0,3	2,1	1,7	38	116
	18	4,0	2,0	5,8	9,0	0,01	0,2	2,0	1,8	31	115
	19	4,9	2,1	6,0	9,5	0,03	0,2	2,0	1,7	32	100
	20	5,9	3,0	6,5	9,3	0,04	0,3	1,7	1,8	37	120
	21	7,0	2,0	2,1	10,6	0,01	0,4	1,6	1,9	28	120
	22	0,8	1,7	2,9	10,1	0,01	0,7	1,4	2,0	32	120
	23	9,0	1,3	3,0	11,0	0,02	0,9	2,0	2,1	37	120
	24	4,0	0,8	3,7	12,0	0,03	0,1	2,7	2,7	27	125
	25	5,4	0,9	5,8	10,2	0,03	0,1	2,2	2,1	24	130
	26	3,2	2,4	8,0	8,7	0,02	0,2	2,3	1,9	33	136
	27	7,8	3,2	7,0	9,9	0,01	0,4	2,0	1,6	32	117
	28	6,5	7,6	0,5	9,3	0,01	0,2	2,1	1,4	32	120
	29	11,0	0,9	0,9	9,0	0,01	0,3	1,9	1,9	34	121
	30	3,0	2,7	6,1	10,0	0,01	0,4	1,8	2,0	35	113

Продолжение таблицы 2.

Ингре-диент		Сернистые соединения			Другие ингредиенты					
		элемен-тарная сера	серо-водо-род	серная кислота	сти-рол	фор-мальде-гид	хлори-стый калий	Cr^{5+}	аце-таль-дегид	супер-фосфат (P_2O_5)
ПДК		160,0	0,4	160,0	0,1	7,0	560	0,05	10,0	200
№ задания	1	145	0,3	158	0,1	6,5	420	0,04	9,8	270
	2	152	0,4	147	0,05	6,8	510	0,03	9,5	201
	3	163	0,2	161	0,06	7,1	610	0,05	9,5	230
	4	170	0,5	159	0,11	7,0	700	0,05	9,9	190
	5	160	0,3	160	0,15	6,1	400	0,06	10,2	195
	6	172	0,2	157	0,17	6,4	430	0,07	10,7	170
	7	144	0,4	142	0,10	6,9	560	0,05	10,4	164
	8	152	0,5	158	0,09	7,0	550	0,08	9,9	132
	9	160	0,2	163	0,07	7,9	500	0,01	9,1	199
	10	140	0,6	164	0,12	8,5	600	0,01	9,0	195
	11	150	0,3	160	0,17	6,0	610	0,02	8,0	200
	12	155	0,4	170	0,01	4,9	580	0,03	7,6	205
	13	158	0,1	172	0,01	5,1	517	0,04	8,9	210
	14	161	0,1	141	0,11	3,0	510	0,05	9,5	198
	15	164	0,1	135	0,12	2,1	570	0,04	4,8	170
	16	161	0,2	140	0,01	3,9	540	0,03	9,0	164
	17	173	0,2	160	0,01	4,7	560	0,06	10,0	189
	18	140	0,2	155	0,07	7,3	500	0,06	9,9	195
	19	100	0,3	145	0,05	8,4	520	0,05	10,1	198
	20	120	0,4	121	0,06	9,0	615	0,05	9,0	200
	21	131	0,5	102	0,08	9,6	580	0,04	9,7	200
	22	160	0,6	111	0,09	5,1	570	0,04	10,2	210
	23	159	0,4	130	0,07	6,2	580	0,03	10,9	220
	24	156	0,4	145	0,06	7,0	570	0,03	11,0	190
	25	171	0,5	164	0,01	7,0	520	0,07	10,0	180
	26	160	0,7	171	0,12	7,1	530	0,08	9,4	170
	27	161	0,2	160	0,14	7,2	540	0,07	9,4	200
	28	165	0,1	165	0,02	6,5	550	0,06	9,0	210
	29	158	0,2	169	0,07	4,8	560	0,05	10,0	220
	30	160	0,1	165	0,08	5,0	570	0,06	10,0	280

Таблица 3. Исходные данные санитарно-гигиенических показателей

№ задания	Число личинок и куколок мух (0,25 м^2)	Число гельминтов, кг	Коли-титр	Титр анаэробов	Санитарное число
1	11	10	0,002	0,001	0,75
2	8	5	0,8	0,01	0,99
3	30	120	0,001	0,0001	0,65
4	15	90	0,01	0,0001	0,75
5	0	0	1,1	0,15	0,99
6	6	9	0,01	0,01	0,95
7	8	8	1,0	0,01	0,90
8	15	75	0,001	0,0001	0,79
9	40	125	0,001	0,00004	0,69
10	0	13	0,01	0,2	0,60
11	12	84	0,1	0,1	0,99
12	25	0	0,001	0,0001	0,84
13	32	21	0,1	0,2	0,99
14	76	7	0,01	0,001	0,90
15	8	4	0,15	0,1	0,65
16	0	0	0,22	0,3	0,7
17	7	3	0,001	0,001	0,79
18	8	2	0,13	0,001	0,80
19	26	0	0,001	0,01	0,99
20	14	21	0,1	0,01	1,0
21	10	32	0,7	0,05	0,97
22	32	25	0,5	0,09	0,82
23	11	22	0,02	0,3	0,99
24	17	0	0,01	0,01	0,64
25	0	6	0,001	0,001	0,71
26	2	5	0,01	0,012	1,0
27	7	21	0,91	0,3	0,95
28	11	30	0,001	0,7	0,99
29	94	132	0,7	0,0001	0,96
30	21	80	0,1	0,01	0,89

Контрольные вопросы:

1. Назовите показатели химического загрязнения почв.
2. Назовите санитарно-гигиенические показатели загрязнения почв.
3. Назовите показатели интенсивности развития геологических процессов.

Тема 5. Применение нетоварной части урожая для воспроизводства плодородия почв

Цель работы. Определить пути воспроизводства плодородия почв при применении побочной продукции.

В земледелии наметилась стойкая тенденция к использованию нетоварной части урожая в качестве органического удобрения, которое входит в понятие биологизации земледелия.

При сжигании соломы теряется энергетика почвообразовательного процесса, теряется весь азот, половина серы и фосфора.

На одном квадратном метре солома сгорает за 30-40 с, температура на поверхности почвы достигает 360^0 С, а на глубине 5 см – около 50^0 С. «Выгорание» гумуса отмечается в слое почвы 0-5 см, а потери влаги – в 0-10 см слое. Это приводит также к уменьшению количества водостойких агрегатов, и, как следствие, к снижению противоэрозийной устойчивости почвы. Некоторые ученые допускают сжигание стерни в экстремальных случаях – при массовом поражении колосовых культур гнилями и фузариозом, при превышении пороговых значений. Решение об этом должна принимать комиссия на уровне района и области. В США на 36,7% земли остается вся побочная продукция, на 20,6% - используют до 30% побочной продукции, на 42,7 – оставляют 15%. Наиболее рентабельным является оставление побочной продукции на отдаленных полях.

Важным является выбор способа внесения соломы. При заделке в верхний слой почвы токсичные вещества не образуются, а при глубокой заделке их вредное действие долго сохраняется.

Наилучшее разложение органических веществ происходит при соотношении C:N=20-30:1 (в соломе это соотношение составляет 80-100:1). Наибольшее соотношение C:N в соломе зерновых культур, а менее всего – в остатках многолетних трав и сахарной свеклы. При более узком соотношении преобладает минерализация азота, а при более широком – связывание его (иммобилизация). Одним из наиболее эффективных путей ускорения разложения растительных остатков считается дополнительное (компенсирующее) внесение азотных удобрений на уровне 1% массы растительных остатков или около 10 кг (8-9) минерального азота на 1 т соломы. Если не внести азотную компенсацию, пожнивные остатки мешают контакту гербицидов с почвой, частично (на 30-60%) перехватывают их, инактивируют.

Основные агротехнические требования к использованию соломы как органическому удобрению заключаются в следующем:

- солому на удобрение следует в первую очередь, использовать в севооборотах, в которых не вносят навоз или его вносят недостаточно, в том числе на отдаленных полях, а также на склоновых землях;

- измельченная во время сбора урожая солома может оставаться на поле до полного возделывания, связанного с состоянием засоренности поля, исполняя роль мульчи, что особенно важно при высоких температурах и на склоновых землях;
- перед заделкой в почву соломы дисковой бороной следует внести 8-10 кг азота на каждую ее тонну или добавлять безподстилочный навоз с одновременной запашкой;
- после дискования соломы основное возделывание осуществляют в соответствии с зональными технологиями и рекомендациями.

1. Содержание углерода и азота и их отношения в растительных остатках сельскохозяйственных культур

Культура	Вид остатков	Содержание, %		C:N
		C	N	
Многолетние травы	Наземные	40,7	2,16	18,8
	Корневые	41,2	2,67	15,4
Озимая пшеница	Наземные	40,1	0,64	62,6
	Корневые	36,9	1,12	32,9
Кукуруза на зерно	Наземные	42,1	0,63	66,8
	Корневые	34,4	1,02	33,7
Сахарная свекла	Наземные	37,1	2,02	18,4
	Корневые	41,0	1,39	29,5

Одним из весомых факторов потерь органического вещества на черноземных почвах являются чистые пары. Минерализация гумуса в них в 1,5-2 раза проходит интенсивнее, чем на зерновых полях. Потери гумуса достигают 2 т/га. В паровых поля на глубине 3 м находят нитраты, которые потом попадают в грунтовые воды.

Почвенное плодородие определяется динамическим равновесием и взаимодействием всех биологических звеньев. Активизация биологических процессов почвы влияет на содержание доступных элементов питания. С соломой в почву возвращается 80% вынесенного растениями калия и около 20% фосфора. В среднем на 1 гектар площади севооборота с побочной продукцией в почву поступает 33-62 кг азота, 12-25 кг фосфора и 46-91 кг калия.

Внесение соломы озимой пшеницы в количестве 8 т/га+N_{80} эквивалентно по углероду и азоту 40 т/га навоза.

Послеуборочные остатки, измельченные комбайном и равномерно разбросанные по полю выполняют следующие функции:

- ускоряют инфильтрацию влаги в почве (наличие растительных остатков предотвращает заиление почвенных капилляров и образование корки на поверхности);
- улучшает агрофизические свойства почвы;
- уменьшает скорость ветра над поверхностью почвы;
- улучшают микроклимат.

Использование защитной роли растительных остатков в системе мероприятий по защите почв от водной и ветровой эрозии дает возможность обеспечить снижение эрозионных процессов до допустимых параметров в течение всего года.

Почвозащитными можно считать такие агротехнические мероприятия, которые обеспечивают после посева сохранение на поверхности поля не менее 30% пожнивных остатков. Их количество в зависимости от культуры и способа возделывания может колебаться от 10 до 90%.

Для максимального сохранения растительных остатков, желательно проводить сокращение механического возделывания почвы и исключить технологические операции, без которых возможно обойтись.

Задание:

1.Для своего варианта определите количество навоза, которое необходимо внести на 1 гектар площади севооборота.

2. Рассчитайте количество побочной продукции, эквивалентной 1 т/га полуперепревшего навоза.

3. Определите количество азотных удобрений, которое следует внести для лучшего разложения побочной продукции.

4. Разработайте рекомендации относительно применения побочной продукции в качестве органических удобрений.

Порядок выполнения.

1.Рассчитайте норму подстилочного навоза, необходимую для поддержания бездефицитного баланса гумуса по формуле Г.Я. Чесняка для Вашего варианта:

$$Н_М=Н_1+Бг/Кг$$

где $Н_М$ – минимальная норма навоза на 1 га площади севооборота, которая обеспечивает бездефицитный баланс гумуса, т/га;

$Н_1$ – норма навоза, который используется в севообороте, т/га;

Бг – баланс гумуса в севообороте, т/га;

Кг – количество гумуса, который образуется из 1 т навоза (в условиях Таежно-лесной зоны -0,042, Лесостепи – 0,054; Степи – 0,059 т/га).

2.Рассчитайте количество побочной продукции, эквивалентной 1 т/га полуперепревшего навоза. Пересчет на побочную продукцию растениеводства проводят, перемножив рассчитанное количество навоза на коэффициент 5. Укажите, какую именно побочную продукцию лучше использовать для улучшения содержимого органического вещества почвы и обоснуйте почему.

3.Определите количество действующего вещества азота, которое следует внести для лучшего разложения побочной продукции.

Важный аспект, который нужно учитывать при внесении нетоварной части урожая, - достаточно широкое соотношение C:N. Наилучшее разложение органических веществ происходит при C:N= 20-30:1 (в соломе это соотношение составляет 80-100:1). Одним из наиболее эффективных путей ускорения разложения растительных остатков является дополнительное (компен-

сирующее) внесение азотных удобрений на уровне 1% массы растительных остатков или около 10 кг минерального азота на 1 т соломы.

4. Пересчитайте количество действующего вещества азота на физическую массу любого азотного минерального удобрения.

2. Содержание элемента питания в минеральных удобрениях, %

Название азотного удобрения	Содержание азота, %
Мочевина (карбомид)-$CO(NH_2)_2$	46
Сульфат аммония (сернокислый аммоний) - $(NH_4)_2SO_4$	21
Аммиачная селитра (азотнокислый аммоний, нитрат аммония) NH_4NO_3	34-35
Калийная селитра - KNO_3	14
Кальциевая селитра (азотнокислый кальций, нитрит кальция, известковая селитра)-$Ca(NO_3)_2$	15,5
Аммофос	9-12
Диаммонийфосфат	19
Нитроаммофос	16-25
Нитроаммофоска	13-17
Нитрофос	24

5. Приведите рекомендации относительно применения побочной продукции в качестве органических удобрений.

3. Варианты к практической работе

Вариант	Почвенная зона	Насыщенность севооборота навозом, т/га	Баланс гумуса в севообороте
1	Таежно-лесная зона	8,0	1,0
2	Лесостепи	8,5	0,2
3	Степь	4,5	0,3
4	Таежно-лесная зона	9,5	0,2
5	Лесостепи	11,0	0,15
6	Степь	6,5	0,35
7	Таежно-лесная зона	6,9	0,2
8	Лесостепи	12,1	0,15
9	Степь	7,0	0,3
10	Таежно-лесная зона	10,2	0,3
11	Лесостепи	8,3	0,25
12	Степь	7,5	0,25
13	Таежно-лесная зона	7,1	0,4
14	Лесостепи	12,0	0,9
15	Степь	4,7	0,8

16	Таежно-лесная зона	8,3	0,75
17	Лесостепи	11,0	0,6
18	Степь	5,2	0,45

Контрольные вопросы:

1. Како вред от сжигания растительных остатков на полях?.
2. В чем заключаются требования к использованию соломы как органическому удобрению?
3. Каково оптимальное соотношение C:N?
4. В каких растительных остатках оптимальное соотношение C:N?
5. Какие функции выполняют послеуборочные остатки, измельченные комбайном и равномерно разбросанные по полю?

Литература

1. Безручко И.Н., Грабак Н.Х.и др. Справочник по почвозащитному земледелию. – К. :Урожай,1990.-277 с.
2. Земельный кодекс РФ (от 25 октября 2001 г. N 136-ФЗ)
3. Лопырев М.И., Рябов Е.И. Защита земель от эрозии и охрана природы: Учеб. пособие для вузов. М.: Агропромиздат,1989.-240с.
4. Чешев А.С., Вальков В.Ф. Основы землепользования и землеустройства: Учеб. изд. Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ, 2002. – 550 с.
5. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. СПб, КВАДРО, 2013. – 680 с. :ил.