

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Т. А. Гамм, О. С. Ишанова

ПРАКТИКУМ ПО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЮ

Рекомендовано к изданию Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлениям подготовки 022000.62 Экология и природопользование и 280700.62 Техносферная безопасность

Оренбург
2013

УДК 502.171(076.5)
ББК 20.18я7
Г18

Рецензент - доцент, кандидат биологических наук М.Ю. Гарицкая

Гамм, Т. А.
Г18 Практикум по природопользованию: учебное пособие / Т.А. Гамм,
О. С. Ишанова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2013. – 98 с.

Практикум содержит понятия и определения к практическим и лабораторным занятиям, а учебное пособие для каждого занятия имеют следующие структурные элементы: цель работы, оборудование и материалы, ход работы, содержание отчета по выполнению работы, контрольные вопросы.

Практикум для практических и лабораторных занятий предназначен для выполнения практических работ студентами направлений подготовки 022000.62 Экология и природопользование и 280700.62 Техносферная безопасность по дисциплине «Природопользование» и «Основа природопользования». Практикум рекомендован для студентов естественнонаучных, инженерных и экономических специальностей, изучающих дисциплину «Природопользование» и «Основа природопользования».

УДК 502.171(076.5)
ББК 20.18я7

© Гамм Т.А., Ишанова О.С., 2013
© ОГУ, 2013

Содержание

Введение.....	6
Часть 1 Методические указания для практических работ по природопользованию.....	7
1 Практическая работа 1 Классификация природных ресурсов.....	7
1.1 Общие сведения о природных ресурсах Оренбургской области.....	7
1.2 Разработка классификации природных ресурсов.....	17
1.3 Вопросы для самопроверки.....	22
2 Практическая работа 2 - Условия формирования природно-технической системы при сбросе сточных вод промышленного предприятия и построение геологических профилей.....	24
2.1 Общие сведения о формировании природно технической системы.....	24
2.2 Основные понятия и определения.....	27
2.3 Задание для практической работы.....	31
2.4 Вопросы для самопроверки.....	37
3 Практическая работа 3 – Расчет полей систем водоотведения.....	39
3.1 Общие сведения о полях систем водоотведения.....	39
3.2 Задание 1 – Оценка солевого состава оросительной воды.....	40
3.3 Задание 2 – Расчет допустимой концентрации азота, фосфора и калия в оросительной воде.....	43
3.4 Задание 3 - Расчет допустимой концентрации микроэлементов в оросительной воде.....	44
3.5 Задание 4 - Расчет норм минеральных удобрений под многолетние злаковые травы при орошении сточными водами.....	46
3.6 Вопросы для самопроверки.....	50
Часть 2 Методические указания к лабораторным работам по природопользованию.....	52
4 Лабораторная работа 1 Определение влажности почвы и плотности сложения	

почвы в лабораторных условиях.....	52
4.1 Схема описания почвенного разреза.....	52
4.2 Отбор образцов почвы для химических анализов.....	55
4.3 Отбор монолитов почвы для определения водно-физических свойств почвы.....	55
4.4 Задание 1 - Знакомство с оборудованием в лабораториях кафедры экологии и природопользования.....	59
4.5 Задание 2 - Определение влажности почвы в лабораторных условиях.....	64
4.6 Задание 3 - Определение плотности сложения почвы.....	66
4.7 Вопросы для самопроверки.....	67
5 Лабораторная работа 2 Определение водопроницаемости почв, полной и наименьшей (полевой) влагоемкости почв в лабораторных условиях.....	69
5.1 Общие понятия и определения.....	69
5.2 Задание 1 – Определение водопроницаемости почв.....	72
5.3 Задание 2 - Определение полной влагоемкости почвы.....	75
5.4 Задание 3 - Определение наименьшей (полевая) влагоемкости почвы.....	75
5.5 Вопросы для самопроверки.....	76
6 Лабораторная работа 3 Определение содержания в почве гумуса.....	77
6.1 Методика отбора проб для определения химических показателей почв.....	77
6.2 Методика определения содержания гумуса в почве.....	81
6.3 Обработка результатов.....	84
6.4 Математическая обработка результатов исследования.....	86
6.5 Вопросы для самопроверки.....	87
7 Лабораторная работа 4 Определения нитратного азота в почве.....	88
7.1 Значение азота для растений, содержание и превращение его в почве.....	88
7.2 Методика определения нитратного азота в почве.....	91
7.3 Вопросы для самопроверки.....	93
8 Лабораторная работа 5 Определение подвижного фосфора в почве.....	95

8.1 Общие понятия.....	95
8.2 Методика определения подвижных форм фосфора по методу А. Т. Кирсанова (ГОСТ 26207-91).....	96
8.3 Вопросы для самопроверки.....	97
Список использованных источников	98

Введение

Рабочая программа курса природопользования, кроме лекций, включает выполнение практических и лабораторных занятий по природопользованию. Для практических и лабораторных занятий по природопользованию студенты до сих пор не имели методических указаний, что затрудняло их работу, особенно при небольшом объеме часов, отводимых на эту дисциплину по учебному плану.

Характер и объем рассматриваемых вопросов, а также степень детальности и углубленности их разработки обусловлены рабочей программой и учебным планом, а также временем, отведенным для их изучения. Методические указания преследует учебные цели и предназначены быть пособием при выполнении практических и лабораторных занятий. При составлении методических указаний руководствовались утвержденными методиками исследований, материалами докторской диссертации Гамм Т.А. Мы ожидаем, что использование методических указаний в учебном процессе выявит имеющиеся недостатки и позволит их устранить в последующем издании.

Практикум состоит из двух частей: методические указания для практических занятий и методические указания для лабораторных занятий по природопользованию. Тематика той и другой части включает наиболее существенные вопросы, которые должны быть проработаны студентами.

Цель практических и лабораторных занятий заключается в освоении студентами методики природоохранных расчетов и проведения лабораторных работ, необходимых для получения исходных данных для расчетов.

Часть 1 Методические указания для практических работ по природопользованию

1 Практическая работа 1 Классификация природных ресурсов

1.1 Общие сведения о природных ресурсах Оренбургской области

Естественные ресурсы формируются в природной среде и образуют определенные сочетания, меняющиеся в границах ландшафтов (природно-территориальных комплексов). На этом основании они подразделяются на две группы: ресурсы природных компонентов (атмосфера, литосфера, гидросфера, растительный и животный мир) и ресурсы природно-территориальных комплексов (Э.П. Романова и др., 1993).

На каждый природный ресурс воздействуют те же естественные факторы, которые создают компоненты окружающей среды, влияют на их свойства и территориальное размещение, так как каждый вид природного ресурса обычно формируется в одном из компонентов ландшафта. По принадлежности к компонентам природной среды выделяют следующие ресурсы: минеральные, климатические, водные, растительные, земельные, почвенные и ресурсы животного мира.

Почвенный покров Оренбургской области сформировался в условиях сухого, жаркого климата и дефицита осадков, а пестрота почвенного покрова обусловлена разнообразием рельефа, почвообразующих пород, климата, растительности. На территории Оренбургской области сформировались в основном черноземные почвы. Границы почвенных зон связаны с особенностями природных условий территории, они неправильны и растянуты, проникают одна в другую на большие расстояния, поэтому характерная черта почвенного покрова области – его неоднородность. Разнообразие равнинного и горного рельефа, большое разнообразие и распространенность на территории разных по механическому составу, засолению, минералогическому составу и содержанию карбонатов почвообразующих пород, различная продуктивность естественного травостоя,

высокая антропогенная нагрузка предопределили большую пестроту почв по содержанию карбонатных, минералогическому и микроэлементному составу и содержанию в них гумуса. В соответствии с этим большая часть территории Оренбургской области занята разновидностями всех типов черноземов и темно-каштановых почв.

На севере и северо-западе области, где распространена лесная растительность, почвенный покров представлен типичными и выщелоченными черноземами на делювиальных желто-бурых глинах и суглинках, подстилаемых плотными осадочными породами, имеющие мощность гумусового горизонта до одного метра. Южнее типичных черноземов находятся обыкновенные черноземы. Обыкновенные черноземы простираются с запада на восток через всю область, на юг примерно до верховьев рек Бузулука и Самары. К югу от полосы обыкновенных черноземов сформировались южные черноземы. На юге и юго-востоке области они сменяются темно-каштановыми почвами. В Первомайском и Соль-Илецком районах темно-каштановые почвы представлены уже только отдельными участками, так как среди черноземов южных и каштановых почв широко распространены солонцы и солонцово-солончаковые почвы, особенно в таких районах, как Первомайский, Соль-Илецкий, Акбулакский, Кваркенский, Гайский, Новоорский, Адамовский, Светлинский, Домбаровский.

Кроме того по речным поймам и террасам распространены почвы дерново-луговые, лугово-черноземные, лугово-болотные, солонцы и солончаки.

Черноземы типичные, обыкновенные, южные, которые являются зональными почвами, занимают значительные территории и составляют, как природный ресурс, фонд пахотных почв Оренбургской области. Чернозем, как почвы, имеют высокий потенциал, так как обладают значительным запасом плодородия и отличаются наиболее высокой биопродуктивностью и экологической стабильностью, поэтому они были полностью распаханы. Государственный учет земель, согласно действующему законодательству, осуществляется по категориям земель и угодьям. *Категория земель* – это часть земельного фонда, выделяемая по основному целевому

назначению, имеющая определенный правовой режим (ГОСТ 26640-85). Распределение земель Оренбургской области по категориям показывает преобладание в структуре земельного фонда земель сельскохозяйственного назначения, на долю которых приходится 88,4 %. Земли лесного фонда занимают незначительные площади - 5,1 % , рисунок 1.1.

Климат Оренбуржья - умеренно континентальный, что выражается в большой амплитуде колебаний температуры воздуха между зимой и летом, которая составляет от 35 °С до 38 °С, а также в малом количестве атмосферных осадков.

Наибольшая продолжительность солнечного сияния отмечается в июле, наименьшая - в декабре. Атмосферное давление на территории области относится к континентальному типу. Максимальное атмосферное давление составляет 1051,0 миллибар, а минимальное - 950,5 миллибар.

Самым теплым месяцем в Оренбургской области является июль, самым холодным - январь. В отдельные годы воздух в летние месяцы прогревается до 40-43 °С, а зимой охлаждается до минус 43-45 °С. Абсолютный минимум зимней температуры отмечен в 1942 году - минус 49 °С.

Атмосферные осадки на территории Оренбургской области распределяются неравномерно, уменьшаясь в количестве с запада на восток и с севера на юг. Минимальная влажность воздуха отмечается в мае, а максимальная - в ноябре-декабре и марте. Относительная влажность уменьшается с севера на юг области.

Природа Оренбургской области характерна для степной зоны и довольно разнообразна. В Оренбургской области преобладает сухолюбивая травянистая растительность, а леса занимают лишь небольшую площадь области.

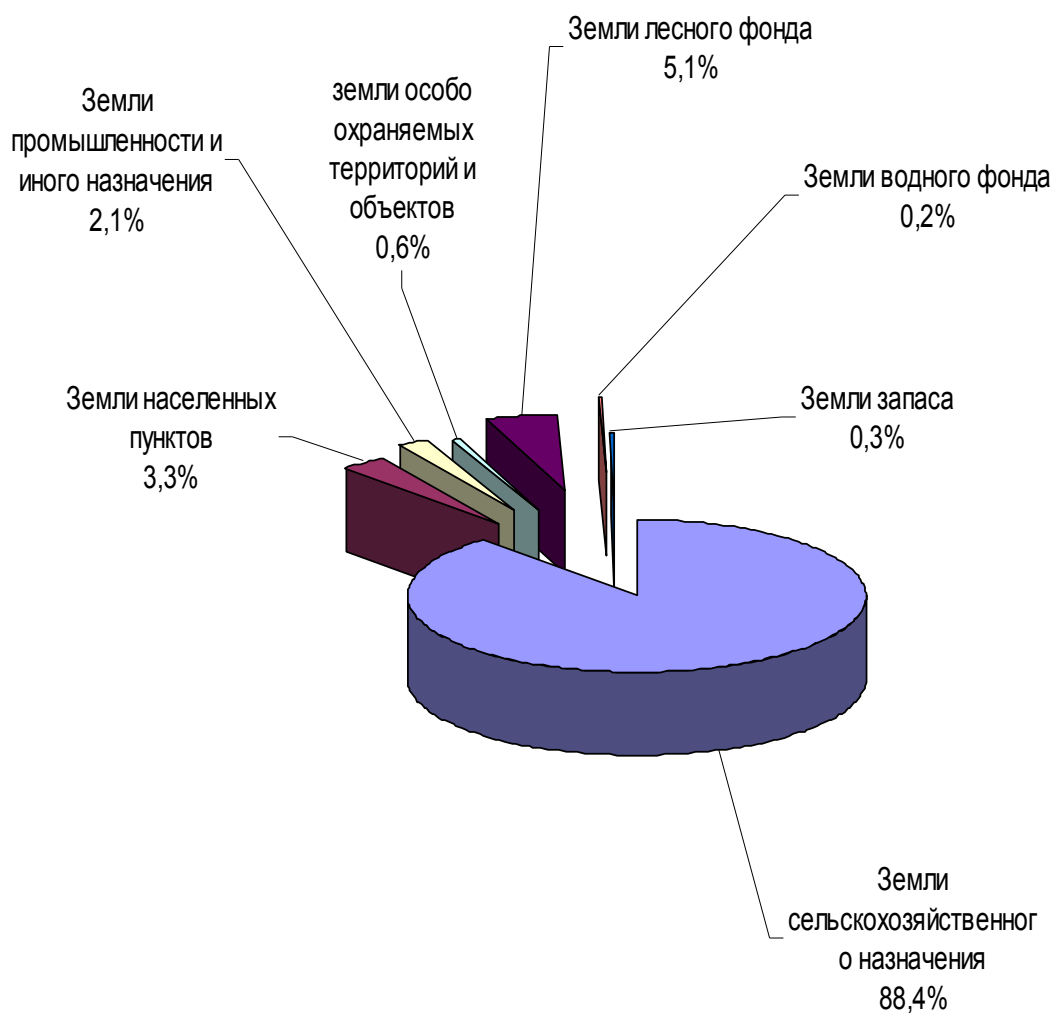


Рисунок 1.1 - Структура земельного фонда Оренбургской области по категориям земель, 2010 г. [3].

На территории области произрастают лекарственные растения: солодка голая, липа мелколистная, крушина слабительная, зверобой, птичий горец, валериана лекарственная, купена лекарственная, душица, эфедра двухколосковая, ландыш майский, купена лекарственная, кочедыжник женский, щитовник мужской и пр.

Дикие плодоносящие кустарники представлены следующими растениями: ежевика, земляника, вишня степная, костяника, слива колючая (терн), шиповник, борщевик сибирский.

Более 300 видов растений Оренбуржья принадлежат к числу медоносных. Медоносные растения, которые привлекают насекомых: карагана древовидная, карагана кустарниковая, рябина обыкновенная, калина обыкновенная, ива, одуванчик лекарственный, мать-и-мачеха, клубника степная, липа мелколистная, мышиный горошек, донники, цикорий обыкновенный, чертополохи. Весенними медоносами являются акация желтая, рябина обыкновенная, ивы, мать-и-мачеха, клубника степная. Летние медоносы — липа мелколистная, мышиный горошек, донники желтый и белый, цикорий обыкновенный, малина и др.

Эфиромасличные растения: полынь, зубровка душистая, тимьян мугоджарский, тимьян Маршалла, тимьян киргизский, мята водяная, мята перечная, ясменник душистый.

Около 100 видов дикой флоры относятся к группе плодово-ягодных растений. Витаминные растения — ежевика сизая, земляника лесная, клубника степная, вишня степная, слива колючая (терн), водяной орех (чили́м). Высоким содержанием крахмала отличаются рогозы, кувшинка белая, кубышка желтая. Сахар накапливает береза бородавчатая.

Многие виды растений содержат в своем составе сложную смесь красящих пигментов и примесей. Они применяются для окраски пищевых продуктов, тканей, шерсти, ковров. Красную краску можно получить из всех видов подмаренника, из травы зверобоя продырявленного, из цветков синяка обыкновенного, из корневища лапчатки прямостоячей, оранжевую краску дают надземная масса чистотела большого и плоды шиповника, желтую краску получают из коры ивы, плодов

можжевельника, листьев вороньего глаза, коры осокоря, крушины, корней крапивы двудомной, цветков дрока красильного, зеленую краску - из коры, синюю – из корневища девясила высокого и цветков василька голубого, черную краску дают луковицы лилии кудреватой, корневища кувшинки белой, надземная масса душицы.

Оренбургская область богата ресурсами кормовых растений: это злаки (пырей, житняк, овсяница, костер безостый, мятлик), бобовые (клевер, астрагал, вика, эспарцет) и большое количество разнотравья.

Общая площадь лесов Оренбургской области на 1 января 2011 года составляет 709,3 тыс.га, таблица 1.1. Лесистость области - отношение площади, занятой лесами, ко всей территории. По всемирно принятой классификации область считается безлесной с лесистостью менее 10 %.

Несмотря на низкий уровень лесистости, леса в Оренбургской области являются одним из главных элементов экологического каркаса территории, выполняют средозащитные, водоохранные, санитарно-гигиенические, оздоровительные и другие функции.

Таблица 1.1 - Ведение лесов Оренбургской области на 2010 г. [3]

Вид лесов	Площадь, тыс. га	Запас, млн. м ³
Леса на землях лесного фонда:	624,3	54,98
В том числе ранее находившиеся во владении сельскохозяйственных формирований	83,1	3,95
Леса на землях иных категорий:		
Леса на землях особо охраняемых территорий - ФГУ «Национальный парк «Бузулукский бор»»	57,0	15,18
Леса, расположенные на землях населенных пунктов	10,4	0,65
Леса, расположенные на землях обороны и безопасности	17,6	1,11
Итого	709,3	75,87

Леса области размещены неравномерно. Наибольшую лесистость имеют северо-западные районы – Бузулукский (22,8 %), Северный (18,8 %), Тюльганский (17,2 %), Бугурусланский (12,9 %). При продвижении на юго-восток лесистость снижается до 1-3 %. Восточные районы области (Кувандыкский и далее) имеют лесистость 2,2 %.

Небольшой по численности животный мир Оренбургской области весьма разнообразен. Он включает в себя виды, населяющие лесостепную и степную зоны. В то же время на территории области встречаются виды северных широт и зоны полупустынь, накладываются ареалы европейских и азиатских видов млекопитающих.

В фаунистическом отношении хорошо изучены позвоночные животные области. Опубликованный в последние годы систематический обзор по этой группе свидетельствует, что современная фауна позвоночных Оренбургской области насчитывает 420-440 видов. Видовое разнообразие диких животных довольно стабильно, за исключением перелетных птиц.

В отличие от позвоночных животных работы по инвентаризации фауны беспозвоночных области далеки от завершения. Энтомофауна изучена в области слабо, но специалисты считают, что только численность видов класса насекомых намного превышает 10 тысяч.

Поверхностные воды Оренбуржья представлены реками, озерами, мелкими лиманами (степными блюдцами), искусственными водоемами. Из-за сухости климата реки отличаются большим непостоянством расхода воды. Особенно маловодна речная сеть на юго-востоке Оренбургской области. На северо-западе и севере она более густа и более многоводна. Основным источником питания рек Оренбуржья - снеговой. На его долю приходится более 80 процентов стока. Роль дождевых и грунтовых вод в питании рек невелика. В летнее время реки сильно мелеют, многие из них распадаются на отдельные участки или совершенно высыхают. Бурное весеннее снеготаяние вызывает паводки и значительные расходы воды весной. Речной сток рек резко падает в сухие и значительно возрастает во влажные годы. Всего в Оренбуржье насчитывается 290 рек длиной более 10 километров, из них 29 рек могут быть отнесены к категории средних рек.

Практически все реки Оренбургской области относятся к бассейнам Урала и Волги. Таким образом, за единственным исключением, все они относятся к бассейну Каспийского моря - области внутреннего стока материка Евразия. Исключением являются заходящие на восток области верховья р. Тобол, которые принадлежат бассейну Оби и Карского моря Северного Ледовитого океана. На крайнем юго-востоке Оренбургской области располагаются реки, впадающие в

озера Жетыколь, Шелкарегакара и Айке. Эти реки образуют бессточный бассейн степных озер.

Озер в Оренбургской области сравнительно немного. Преобладают озера, образовавшиеся в поймах рек. Они представляют собой небольшие водоемы (староречья), отделившиеся от реки и соединяющиеся с ней только во время весеннего половодья. Водораздельные озера в Оренбуржье встречаются редко. Они довольно большие по размерам, но очень мелководные, имеются только в юго-восточной части Светлинского района.

Направление течения рек зависит от особенностей рельефа. Поверхность области наклонена в основном на юг и запад. Поэтому большинство рек Оренбуржья текут с севера на юг и с востока на запад.

Оренбургское низкогорное Южноуралье пересекается многочисленными реками. Урал, Сакмара, Губерля и их притоки встречают на своем пути породы различной плотности и образуют при этом то глубокие скалистые ущелья с перекатами, то широкие долины с тиховодными плесами.

Оренбургская область по объему разведанных запасов и добыче полезных ископаемых входит в ведущую группу регионов-доноров, обеспечивающих бюджет Российской Федерации. Величина ценности по монографии-справочнику «Геологическая служба России» до 500 млрд. долларов США полезных ископаемых говорит об огромных потенциальных возможностях Оренбургской области по развитию промышленного производства.

Уголь, железо, медь и даже золото находили и добывали на территории Оренбургской губернии с XVIII века, но горнодобывающая отрасль была сосредоточена на Среднем Урале. И когда в 1930 году в Орско-Халиловском районе были открыты полезные ископаемые в большом разнообразии и масштабах, тогда известный геолог академик Александр Ферсман назвал Оренбургский край жемчужиной Урала. В 1932 году было открыто Блявинское месторождение меди, а затем добавились бугурусланские нефть и газ, руды восточного Оренбуржья, асбест.

В недрах области найдено более 80 различных полезных ископаемых. На территории Оренбургской области разведано свыше 180 месторождений разнообразных руд, нефти, газа, минерального сырья.

В западной части области распространены нефть, природный газ и конденсат, бурые угли и горючие сланцы, каменные и калийно-магнезиальные соли, фосфориты, мел, гипс, строительные пески и песчано-гравийные смеси, кирпичные глины.

В восточной части области разведаны руды цветных и черных металлов, рудное и россыпное золото, асбест, облицовочные и строительные камни, высококачественные известняки, доломиты, кварциты для металлургической промышленности, бентонитовые, керамзитовые, керамические и кирпичные глины, цементное сырье.

В таблице 1.2 приведен перечень природных ресурсов Оренбургской области [3]. Выделение ресурсов природно-территориальных комплексов дает возможность учитывать комплексность природно-ресурсного потенциала территории, которая обусловлена самой структурой биосферы.

В соответствии с этим на территории Оренбургской области можно выделить несколько природно-территориальных комплексов, связанных с распространением полезных ископаемых на ее территории и классифицировать их. Многообразие природных ресурсов территории указывает на комплексность природно-ресурсного потенциала территории, которая обусловлена тем, что область находится на территории Южного Урала, разрушенных отрогах Уральских гор, в условиях аридного климата.

Таблица 1.2 - Перечень природных ресурсов Оренбургской области.

Варианты заданий к практической работе			
1	2	3	4

Нефть	Энергия свободно падающих речных вод	Золото в золоторудных месторождениях	Айтуарская степь
Газ свободный	Уран	Производство биогаза на основе отходов с/х	Солонцово-солончаковые почвы
Топливная древесина	Золото в комплексных рудах	Мрамор	Серебро
Лещ	Обыкновенные черноземы	Цинковые руды	Карагайский сосновый бор
Ежевика сизая	Земляника лесная	Клубника степная	Вишня степная
Конденсат	Бузулукский бор	Южные черноземы	Песчано-гравийная смесь
Выщелоченные черноземы	Уголь	Солонцы	р. Урал
Температура воздуха	Темно-каштановые почвы	Медь	Соль поваренная
Яшма	Белка	Дерново-луговые почвы	р. Илек
Кувшинка белая	Кубышка желтая	Слива колючая	Водяной орех
Лугово-черноземные почвы	Известняк флюсовый	Озеро Шалкар-Ега-Кара	Кварц и кварциты для флюсов
Самара	Буртинская степь	Известняк на известь	Гипс и ангидрид
Цементное сырье	р. Орь	р. Большой Ик	Сквер
Окунь	Асбест	Солончаки	Пески строительные
Камень строительный	Лугово-болотные почвы	Ащисайская степь	Пастбищные угодья
Волк	Холод	Пустыни	Глины кирпичные
Глина огнеупорная	Пашня	Глина керамзитовые	Сорочинское водохранилище
Горностай	Корсак	р. Янгиз	Рысь
Кумакское водохранилище	Таловская степь	Куница	Туман
Зяц беляк	Снег	Лиса	Озеро Развал

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
р. Сакмара	Ириклинское	Аксаковский парк	Хорек

	водохранилище		
Кабан	Косуля	Лось	Дождь
Тополь	Клен	Дуб	Березы
Кислород воздуха	Азот воздуха	Углерод воздуха	Парк
Акация желтая	Рябина обыкновенная	Мать и мачеха	Ивы
Минеральные воды	Родник		

1.2 Разработка классификации природных ресурсов

Цель работы и исходные данные: используя данные таблицы 1.2, провести классификацию природных ресурсов Оренбургской области в таблицах 1.3, 1.4, 1.5.

Задание - набор разнообразных природных ресурсов классифицировать по классификациям, предложенным А.И. Емельяновым.

Природно-ресурсные территориальные комплексы выделяются по наиболее предпочтительному виду хозяйственного основания. Они делятся на:

- а) горно-промышленные;
- б) сельскохозяйственные;
- в) водохозяйственные;
- г) лесохозяйственные;
- д) селитебные;
- е) рекреационные.

Основной критерий подразделения ресурсов в классификации по видам хозяйственного использования - отнесение их к различным секторам материального производства. По этому признаку природные ресурсы делятся на ресурсы промышленного и сельскохозяйственного производства.

Таблица 1.3 - Классификация природных ресурсов по происхождению

Наименование ресурсов		Природные ресурсы
Ресурсы природных компонентов	Минеральные	
	Климатические	
	Водные	

	Растительные	
	Земельные	
	Почвенные	
	Ресурсы животного мира	
Ресурсы природно-территориальных комплексов	Горно-промышленные	
	Сельскохозяйственные	
	Водохозяйственные	
	Лесохозяйственные	
	Селитебные	
	Рекреационные	

1. *Ресурсы промышленного производства.* Эта подгруппа включает все виды природного сырья, используемые промышленностью. В силу очень большой разветвленности промышленного производства, наличия многочисленных отраслей, потребляющих разные виды природных ресурсов и соответственно выдвигающих к ним различные требования. Виды природных ресурсов, дифференцируются следующим образом:

1) энергетические, к которым относятся разнообразные виды ресурсов, используемых на современном этапе развития науки и техники для производства энергии:

а) горючие полезные ископаемые (нефть, угли, газ, уран и др.);

б) гидроэнергоресурсы - энергия свободно падающих речных вод и др.;

в) источники биоконверсионной энергии - использование топливной древесины, производство биогаза из отходов сельского хозяйства;

г) ядерное сырье, используемое для получения атомной энергии;

2) неэнергетические включающие подгруппу природных ресурсов, которые поставляют сырье для различных отраслей промышленности или же участвуют в производстве по технологической необходимости:

а) полезные ископаемые;

б) воды, используемые для промышленного водоснабжения;

в) земли, занятые промышленными объектами и объектами инфраструктуры;

г) лесные ресурсы, поставляющие сырье для лесохимии и строительной индустрии;

д) рыбные ресурсы относятся к данной подгруппе условно, так как в настоящее время добыча рыбы и обработка улова приобрели промышленный характер (А. А. Минц, 1972).

2. *Ресурсы сельскохозяйственного производства.* Они объединяют виды ресурсов, участвующих в создании сельскохозяйственной продукции:

а) агроклиматические - ресурсы тепла и влаги, необходимые для продуцирования культурных растений или выпаса скота;

б) почвенно-земельные ресурсы - земля и ее верхний слой - почва, обладающая уникальным свойством продуцировать биомассу, рассматриваются и как природный ресурс, и как средство производства в растениеводстве;

в) растительные кормовые ресурсы биоценозов, служащие кормовой базой выпасаемого скота;

г) водные ресурсы - воды, используемые в растениеводстве для орошения, а в животноводстве - для водопоя и содержания скота.

Довольно часто выделяют также природные ресурсы непрямой сферы или непосредственного потребления. Это, прежде всего ресурсы, изымаемые из природной среды (дикие животные, составляющие объект промысловой охоты, дикорастущие лекарственные растения), а также ресурсы рекреационного хозяйства, ресурсы заповедных территорий.

При учете запасов природных ресурсов и объемов их возможного хозяйственного изъятия пользуются представлениями об исчерпаемости запасов. *Все природные ресурсы по исчерпаемости делятся на две группы: исчерпаемые и неисчерпаемые.*

Таблица 1.4 - Классификация природных ресурсов по видам хозяйственного использования

Классификация природных ресурсов		Вид ресурсов	Природные ресурсы
Ресурсы промышленного производства	Энергетические	Горючие полезные ископаемые	
		Гидроэнергоресурсы	
		Источники биокосвенной энергии	
		Ядерное сырье	
		Энергия света	
	Неэнергетические	Полезные ископаемые	
		Вода	
		Земля	
		Лесные ресурсы	
		Рыбные ресурсы	
Ресурсы сельскохозяйственного производства	Агроклиматические		
	Почвенно-земельные		
	Растительные кормовые		
	Водные		
Ресурсы непрямой сферы			
Рекреационные ресурсы			
Ресурсы заповедных территорий			

1. Исчерпаемые ресурсы. Они образуются в земной коре или ландшафтной сфере, но объемы и скорости их формирования измеряются по геологической шкале времени. В то же время потребности в таких ресурсах со стороны производства или для организации благоприятных условий обитания человеческого общества значительно

превышают объемы и скорости естественного восполнения. В результате неизбежно наступает истощение запасов природного ресурса. В группу исчерпаемых включены ресурсы с неодинаковыми скоростями и объемами формирования. Это позволяет провести их дополнительную дифференциацию. На основе интенсивности и скорости естественного образования ресурсы делят на подгруппы:

1.1 Невозобновляемые, к которым относят: все виды *минеральных ресурсов* или полезные ископаемые. Они, как известно, постоянно образуются в недрах земной коры в результате непрерывно протекающего процесса рудообразования, но масштабы их накопления столь незначительны, а скорости образования измеряются многими десятками и сотнями миллионов лет (например, возраст каменных углей насчитывает более 350 млн. лет), что практически их учитывать в хозяйственных расчетах нельзя. Освоение минерального сырья происходит по исторической шкале времени и характеризуется всевозрастающими объемами изъятия. В этой связи все минеральные ресурсы рассматриваются в качестве не только исчерпаемых, но и невозобновляемых.

1.2 Возобновляемые ресурсы, к которым принадлежат:

- а) *ресурсы растительного;*
- б) *животного мира.*

И те и другие восстанавливаются довольно быстро, и объемы естественного возобновления хорошо и точно рассчитываются. Поэтому при организации хозяйственного использования накопленных запасов древесины в лесах, травостоя на лугах или пастбищах, промысла диких животных в пределах, не превышающих ежегодное возобновление, можно полностью избежать истощения ресурсов.

1.3 Относительно (не полностью) возобновляемые. Некоторые ресурсы хотя и восстанавливаются в исторические отрезки времени, но возобновляемые объемы их значительно меньше объемов хозяйственного потребления. Именно поэтому такие виды ресурсов оказываются весьма уязвимыми и требуют особенно тщательного контроля со стороны человека. К относительно возобновляемым ресурсам относятся и очень дефицитные природные богатства:

- а) *продуктивные пахотно-пригодные почвы;*
- б) *леса с древостоями спелого возраста;*
- в) *некоторые виды минерального. Продуктивных пахотно-пригодных почв сравнительно немного (по разным оценкам их площадь не превышает 1,5-2,5 млрд. га). Наиболее продуктивные почвы, относящиеся к первому классу плодородия, занимают, по оценкам ФАО, всего 400 млн. га. Продуктивные почвы образуются крайне медленно – на формирование 1 мм слоя, например, черноземных почв требуется более 100 лет.*

Таблица 1.5 - Классификация природных ресурсов с точки зрения их исчерпаемости

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ	Классификация природных ресурсов			Природные ресурсы
	Исчерпаемые	Невозобновляемые	Полезные ископаемые	
		Относительно возобновляемые	Деревья большого возраста	
	Плодородие почв			
	Некоторые минеральные сырье			
	Возобновляемые	Растительный мир		
		Животный мир		

		Качественно, локально	Вода	
	Неисчерпаемые	Солнечная энергия		
		Энергия воды		
		Энергия ветра		
		Энергия земных недр		
		Количественно	Атмосферный воздух	

2. Неисчерпаемые ресурсы. Среди тел и явлений природы ресурсного значения имеются и такие, которые практически неисчерпаемы. К ним относятся *климатические и водные ресурсы*.

1.3 Вопросы для самопроверки

1. Назвать ресурсы сельскохозяйственного производства.
2. Характеристика исчерпаемых ресурсов
3. Характеристика невозобновляемых ресурсов
4. Что принадлежит к возобновляемым ресурсам?
5. Классификация ресурсов промышленных производств
6. Классификация ресурсов по принадлежности к компонентам природной среды.
7. Характеристика климатических ресурсов Оренбургской области
8. Характеристика биологических ресурсов Оренбургской области
9. Характеристика водных ресурсов Оренбургской области
10. Какие ресурсы относятся к неисчерпаемым?
11. Классификация природных ресурсов с точки зрения их исчерпаемости.
12. Характеристика природных ресурсов по видам хозяйственного использования.
13. Характеристика минеральных ресурсов Оренбургской области.
14. Характеристика земельных ресурсов Оренбургской области.

2 Практическая работа 2 - Условия формирования природно-технической системы при сбросе сточных вод промышленного предприятия и построение геологических профилей

2.1 Общие сведения о формировании природно-технической системы

Неотъемлемой частью мер по охране окружающей среды является оптимизация техногенного воздействия промышленных предприятий, которые образуют природно – технические системы (ПТС).

В связи с несовершенством методов и технических средств по очистке сточных вод, использование для этой цели геозкосистем приводит к увеличению нагрузки на гидросферу, литосферу и смещению равновесия в природной среде, восстановление которого является сложной и актуальной задачей. Возникает необходимость разработки обоснованной технологии защиты почв и водных объектов от загрязнения их сточными водами предприятий добывающей, нефте- и газоперерабатывающей и других видов промышленности [2].

Восстановление равновесия возможно при улучшении качества сточных вод в рамках экономической целесообразности при смешении, нейтрализации, утилизации подобранных твердых отходов в геозкосистеме в зависимости от устойчивости и экологического состояния ландшафтов, что позволяет выполнять водоохраные функции. Таким образом, на основе разработанных технологий одновременно можно решить проблемы восстановления равновесия в ПТС, утилизации промышленных отходов и охраны водных объектов. Исследование

возможности использования сточных вод и применения методов стабилизации геоэкологии необходимо проводить применительно к каждой категории сточных вод в конкретных природных условиях. ПТС состоит из природной и технической подсистем, рисунок 2.1. Сброс сточных вод в ПТС производится на поля систем водоотведения, рисунок 2.2. Гидрогеологический профиль проектируется от водораздела к реке.

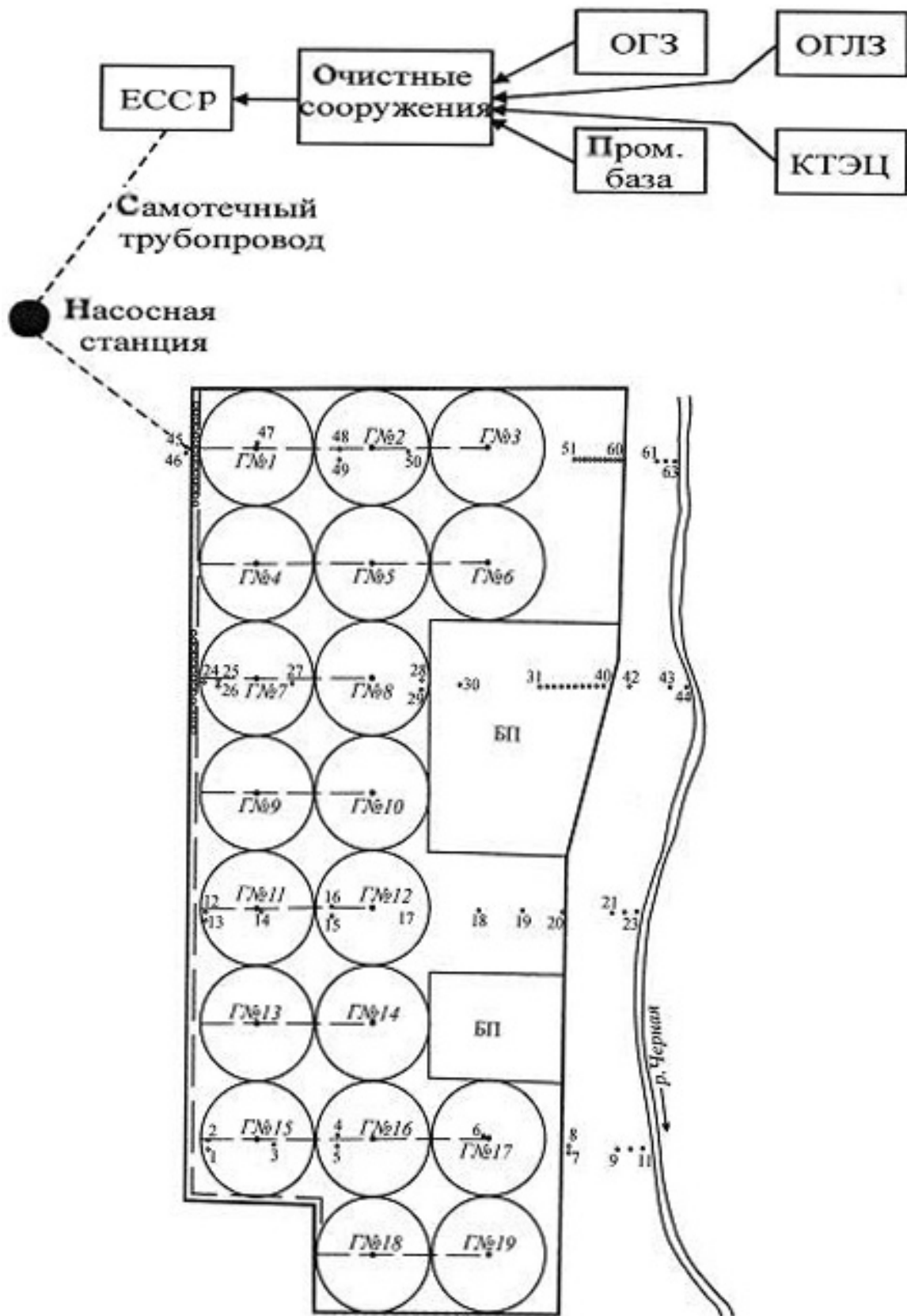


Рисунок 2.2 – Схема полей систем водоотведения

Первая фоновая (ф С.1) скважина находится выше полей систем водоотведения, вторая фоновая скважина находится на террасе реки (ф С.2).

2.2 Основные понятия и определения

Природно-техническая система – ассоциация природных и техногенных элементов, функционирующих как единая система. Примером ПТС может служить гидроузел, в котором искусственные объекты — гидротехнические сооружения и водохранилище — взаимодействуют между собой и с окружающими их областями литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы. Взаимодействие проявляется в разнообразных геологических, гидрологических, атмосферных и биологических процессах. Компоненты природной среды, взаимодействующие с искусственными объектами, различны. Набор их зависит от класса ПТС. В одних ПТС с искусственными объектами активно взаимодействуют граничащие с ними области литосферы, атмосферы, биосферы (мелиоративные системы), в других — области гидросферы (портовые сооружения) или литосферы (подземные сооружения, котлованы и карьеры, эксплуатационные скважины).

Геолого-гидрологическая съемка — совокупность исследований, имеющих целью всестороннее изучение геологического строения и гидрогеологических условий территории и составление геологической и гидрогеологической карт того или иного масштаба. Геолого-гидрогеологическая съемка заключается в систематическом и всестороннем изучении естественных и искусственных обнажений (выходов на поверхность) горных пород с определением состава пород и водопроявлений, условий и форм залегания горных пород и подземных вод с нанесением их местоположения и границ распространения на топографическую карту. Геолого-гидрогеологическая съемка сопровождается сбором образцов пород, минералов и окаменелостей для дальнейшего более точного их изучения, а также отбором проб воды для последующего анализа. При детальных съемках, особенно в малообнаженных местностях, для уяснения последовательности слоев и их водоносности закладывают шурфы и скважины. При этом породы описывают

последовательно слой за слоем, отбирая образцы по возможности из каждого слоя, а вместе с ними встречающиеся остатки ископаемых животных и растений, а также пробы воды. Все наблюдения записывают в полевую книжку. На основании полученных данных в процессе проведения геолого-гидрогеологической съемки составляют геологическую и гидрогеологическую карты исследуемой местности. Детальность исследования геологического строения и гидрогеологических условий местности зависит от масштаба производимой съемки. При этом количество точек наблюдения, необходимых для построения геологической и гидрогеологической карт, зависит от масштаба съемки и является различным для разных районов в соответствии со степенью их обнаженности и сложности геологического строения.

Устье скважина — место пересечения скважиной земной поверхности.

Гидрогеологическая карта — карта, на которой показаны условия распространения, залегания подземных вод в горных породах, признаки или свойства подземных вод, химическая характеристика вод и т. П.

Гидрохимические карта — карты, на которых показан химический состав подземных вод или закономерности распространения каких-либо компонентов минерализации подземных вод.

Гранулометрический (механический) анализ — определение размеров и количественного соотношения частиц, слагающих рыхлую горную породу. Самым простым видом гранулометрического анализа является так называемый ситовый анализ. Разделение на фракции частиц породы, которые проходят через сита с отверстиями 0,25 мм, производят методом отмучивания. Для гранулометрического анализа глинистых грунтов применяют ареометрический метод.

Гранулометрический (зерновой, механический) состав горных пород — процентное весовое содержание в породе различных по величине фракций (совокупность одинаковых зерен и частиц). Для определения гранулометрического состава осадочных пород чаще всего применяют следующую классификацию обломков (размер обломков в мм): валуны крупные > 500, средние 500 — 250, мелкие 250 — 100; галька (щебень) крупная 100 — 50, средняя 50 — 25, мелкая 25

— 10; гравий (хрящ) крупный 10 — 5, мелкий 5 — 2; песок очень крупный 2 — 1, крупный 1 — 0,5, средний 0,5 — 0,25, мелкий 0,25 — 0,10, тонкозернистый 0,10 — 0,05, пыль 0,05 — 0,005; глина 0,005.

Пористость — общий объем всех пустот в горной породе. Количественно пористость обычно выражают процентным отношением объема пустот (V_n) к общему объему грунта (V). Пористость грунта может характеризоваться также отношением объема пустот (F_n) к объему твердой фазы (F_s); эта величина называется коэффициентом пористости или приведенной пористостью, и выражается обычно в долях единицы. Величина пористости может быть выражена и по весу (весовая пористость) как отношение веса воды (G_w), полностью заполняющей поры грунта, к весу абсолютно сухого грунта (G_s). По происхождению различают первичную пористость — возникающие при образовании данной породы пустоты между частицами, слагающими породу, пустоты в лавах, и вторичную пористость — пустоты, образующиеся в сформировавшихся породах в результате последующих процессов (поры растворения, трещины и пустоты, возникающие при кристаллизации, сокращении объема, выветривании).

По размеру выделяют поры трех групп:

- 1) сверхкапиллярные $>0,5$ мм;
- 2) капиллярные $0,5 — 0,0002$ мм;
- 3) субкапиллярные $<0,0002$ мм.

Различают также пористость общую (абсолютную, физическую) — общий объем всех пор независимо от их формы, величины и взаимного расположения и пористость. Эффективную (динамическую) — объем тех пор, через которые происходит движение жидкости; эффективная пористость выражается отношением объема пор, не занятых связанной с породой водой, к общему объему горной породы.

Фильтрация — движение жидкости в пористой среде.

Водоносный комплекс — комплекс водоносных горизонтов, одинаковых или разных по литологическому составу (однотипный или разнотипный водоносный

комплекс) и, кроме того, одинаковых или разных по характеру скважности (пористости).

В зависимости от характера скважности водоносный комплекс может быть назван однородно-водоносным или неоднородно-водоносным.

Генетическая классификация подземных вод — классификация подземных вод, основанная на генетических признаках. Например, по преобладающим ингредиентам химического состава — гидрокарбонатные, сульфатные, хлоридные и т. д.

Подземные воды — воды, находящиеся в толщах горных пород земной коры во всех физических состояниях.

Полная влагоемкость породы — суммарное содержание воды всех видов в породе при заполнении всех пустот. Полную влагоемкость пород можно выразить по отношению к весу абсолютно сухой породы и к объему минеральных частиц (скелета). По отношению к объему пор полная влагоемкость пород всегда равна единице. Величина полной влагоемкости пород при естественной пористости, выраженная по отношению к весу абсолютно сухой породы, называется полной влажностью породы, или весовой пористостью, и обозначается через W_t .

Уровень подземных вод — превышение свободной поверхности подземных вод в данной точке по отношению к любой плоскости сравнения (например, по отношению к уровню моря). Уровень может быть установившимся или неустойчивым.

Верховодка — ближайшие к поверхности воды, не отличающиеся постоянством во времени и не имеющие сплошного распространения. К верховодке можно отнести:

1) воды, приуроченные к поверхности небольших линз водонепроницаемой породы среди проницаемой в зоне аэрации; в таких случаях, если приток воды с поверхности прекращается, вода постепенно растекается по краям линзы и опускается до постоянного уровня грунтовых вод;

2) воды, приуроченные к прослоям пород, обладающим меньшей

фильтрационной способностью, чем вышележащие породы; вода временно задерживается этими прослоями.

Геохимия (гидрогеохимия) подземных вод — отрасль гидрогеологии, изучающая закономерности формирования и распространения химического состава подземных вод на фоне общих условия миграции химических элементов в земной коре. Задачи геохимии подземных вод:

1) выявление закономерностей всех этапов процесса формирования и минерализации подземных вод, геологической истории их развития и проявления в различных геолого-гидрогеологических условиях;

2) изучение особенностей геохимии подземных вод, различных типов (грунтовых, межпластовых, глубоких высокотемпературных районов рудных и нефтяных месторождений);

3) установление закономерностей пространственного распределения химического состава подземных вод.

Питание водоносных горизонтов — поступление в водоносную породу воды любого генетического типа (атмосферной или поверхностной, миграционной, глубинной.).

Подземный сток — перемещение подземных вод под действием гидравлического напора или силы тяжести, происходящее в процессе круговорота влаги в природе. Подземный сток количественно характеризуется теми же величинами, что и поверхностный сток: расходом, модулем, объемом.

Технические воды — воды, пригодные по своему качеству для различных целей промышленности, в частности для питания паровых котлов.

2.3 Задание для практической работы

1. Рассмотреть термины и определения.

2. Рассмотреть схему природно-технической системы (ПТС) и условия ее формирования.

3. Рассмотреть схему полей систем водоотведения (рисунок 2.2).

4. Вычертить схему ПТС и запроектировать на ней гидрогеологический профиль.

Для построения геологического профиля необходимо разместить скважины 1 (фон), 25, 27, 35, 41 (ниже полей систем водоотведения) на расстоянии от водораздела до реки Черная. По данным таблицы 2.1 вычертить геологический профиль скважин. По данным таблицы 2.2 вычертить вертикальные профили влажности пород по каждой скважине. Пример построения геологического и гидрохимического профилей представлен на рисунке 2.3.

Материалы и оборудование

1. Схема природно-технической системы (ПТС).
2. Схема полей систем водоотведения.
3. Чертежные принадлежности.
4. Табличные данные для расчетов, таблица 2.1, 2.2, 2.3.

Таблица 2.1 – Геологическое строение и механический состав пород по профилю наблюдательных скважин в центральной части орошаемого массива

Глубина, м	Размер частиц, мм							
	>0,5	0,5- 0,25	0,25- 0,15	0,01-0,05	0,05-0,01	0,015- 0,005	0,005- 0,001	<0,00 1
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суглинок средний								
С.1 Фон 0 – 1	0,0	0,4	16,1	6,4	21,3	6,1	17,5	32,2
Супесь								
1 – 2	0,0	0,8	62,9	10,2	8,8	4,3	4,0	9,0
2 – 3	0,0	2,0	63,3	7,3	8,1	4,1	5,4	9,8
3 – 4	0,0	6,6	39,4	8,4	12,9	7,2	17,4	8,1
Суглинок средний								
С. 25 0 – 1	0,0	0,2	6,5	5,2	27,0	8,0	16,7	36,4
1 – 2	0,0	0,3	7,4	5,9	25,5	7,9	16,5	36,5
2 – 3	0,0	0,5	10,7	7,0	29,4	7,0	13,8	31,6
Глина								
3 – 4	0,0	0,0	0,7	2,2	9,2	15,4	37,6	34,9
Суглинок тяжелый								
4 – 5	0,0	0,6	9,1	14,0	27,3	11,5	20,9	16,6

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Суглинок легкий								
С.35 0 – 1	0,0	0,5	12,1	12,9	26,6	5,9	13,6	28,4
1 – 2	0,0	0,9	21,5	11,7	18,3	7,5	14,1	26,0
2 – 3	0,0	1,5	32,9	12,3	19,3	4,9	10,1	19,0
3 – 4	0,0	0,0	6,8	7,0	26,3	8,3	14,6	37,0
4 – 5	0,0	0,4	11,0	8,7	31,2	1,7	13,4	33,6
5 – 6	0,0	0,3	10,3	9,7	26,0	7,7	14,6	31,4
6 – 7	0,0	1,0	14,0	0,0	41,0	6,8	14,3	22,9
Суглинок средний								
7 – 8	0,0	0,0	3,5	0,0	28,0	8,7	16,0	43,8
8 – 9	0,0	0,0	2,0	0,0	26,4	10,1	16,4	45,1
Суглинок тяжелый								
9 -10	0,0	0,2	5,2	0,7	21,8	10,5	20,7	40,9
Суглинок средний								
10-11	0,0	0,4	7,1	1,6	25,3	10,5	17,3	37,8
11-12	0,0	0,2	6,0	3,7	23,9	11,1	16,7	38,4
12-13	0,0	0,0	3,7	0,0	23,2	11,7	15,4	46,0
13-14	0,0	0,3	8,8	3,8	22,1	10,3	15,3	39,4
Суглинок легкий								
14-15	0,0	0,3	3,7	3,1	44,7	8,1	13,5	26,6
Суглинок средний								
15-16	0,0	0,0	3,1	4,5	38,7	8,6	17,4	27,7
16-17	0,0	0,2	4,1	4,8	40,9	6,7	14,8	28,5
Суглинок легкий								
17-18	0,0	0,0	4,3	9,5	33,8	8,9	12,3	31,2
Суглинок средний								
С. 36 0 – 1	0,0	0,0	2,9	0,9	26,0	14,2	15,3	40,7
1 – 2	0,0	0,0	0,8	0,0	21,2	11,8	16,2	50,0
2 – 3	0,0	0,0	0,9	0,0	23,2	11,2	16,5	48,2
Суглинок легкий								
3 – 4	0,0	0,0	2,7	5,5	27,7	8,4	14,4	41,3
Суглинок средний								
4 – 5	0,0	0,1	4,3	0,0	28,3	9,4	17,0	40,9
5 – 7	0,0	0,2	14,0	0,0	30,7	6,8	16,2	32,1
супесь								
7 – 8	0,0	0,2	40,7	17,6	25,4	4,4	6,7	5,0
Суглинок легкий								
1 – 2	0,0	0,6	20,8	13,9	25,4	5,2	12,3	21,8

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3 – 4	0,0	0,0	2,4	3,8	56,9	9,1	11,3	16,5

Влажность почв и грунтов зоны аэрации представлена в таблице 2.2. Графическое выражение влажности почв и грунтов дается на рисунке 2.3.

Таблица 2.2 - Влажность почв и грунтов зоны аэрации вдоль оросительного трубопровода, (%)

Глубина, м	Номер скважины				
	Фон С.1	25	35	36	Фон С.2
0 – 1	18,3	27,4	14,1	25,2	19,3
1 – 2	17,1	20,1	14,4	16,7	19,0
2 – 3	20,1	23,2	16,6	18,4	17,2
3 – 4	21,7	18,1	18,2	21,2	17,6
4 – 5		19,5	19,5	18,6	
5 – 6			14,4	18,9	
6 – 7			17,5	19,4	
7 – 8			17,9	17,1	
8 – 9			19,1		
9 – 10			19,2		
10 – 11			17,5		
11 – 12			18,2		
12 – 13			18,9		
13 – 14			17,2		
14 – 15			17,7		
15 – 16			20,1		
16 – 17			19,1		
17 – 18			16,9		
Фон 1 – выше полей систем водоотведения; 2 – ниже полей систем водоотведения, рядом с рекой Черная					

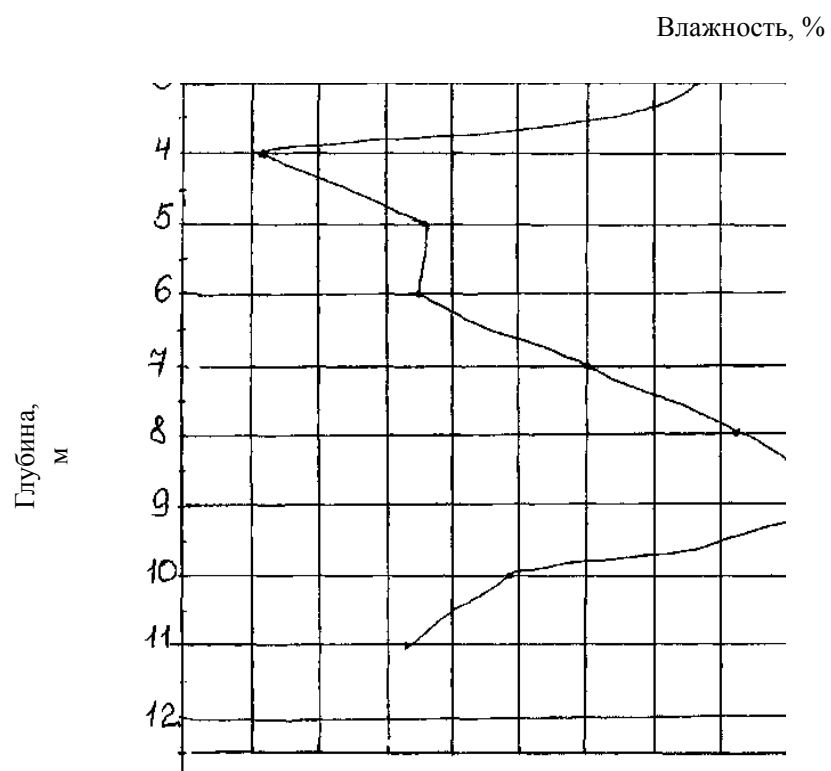
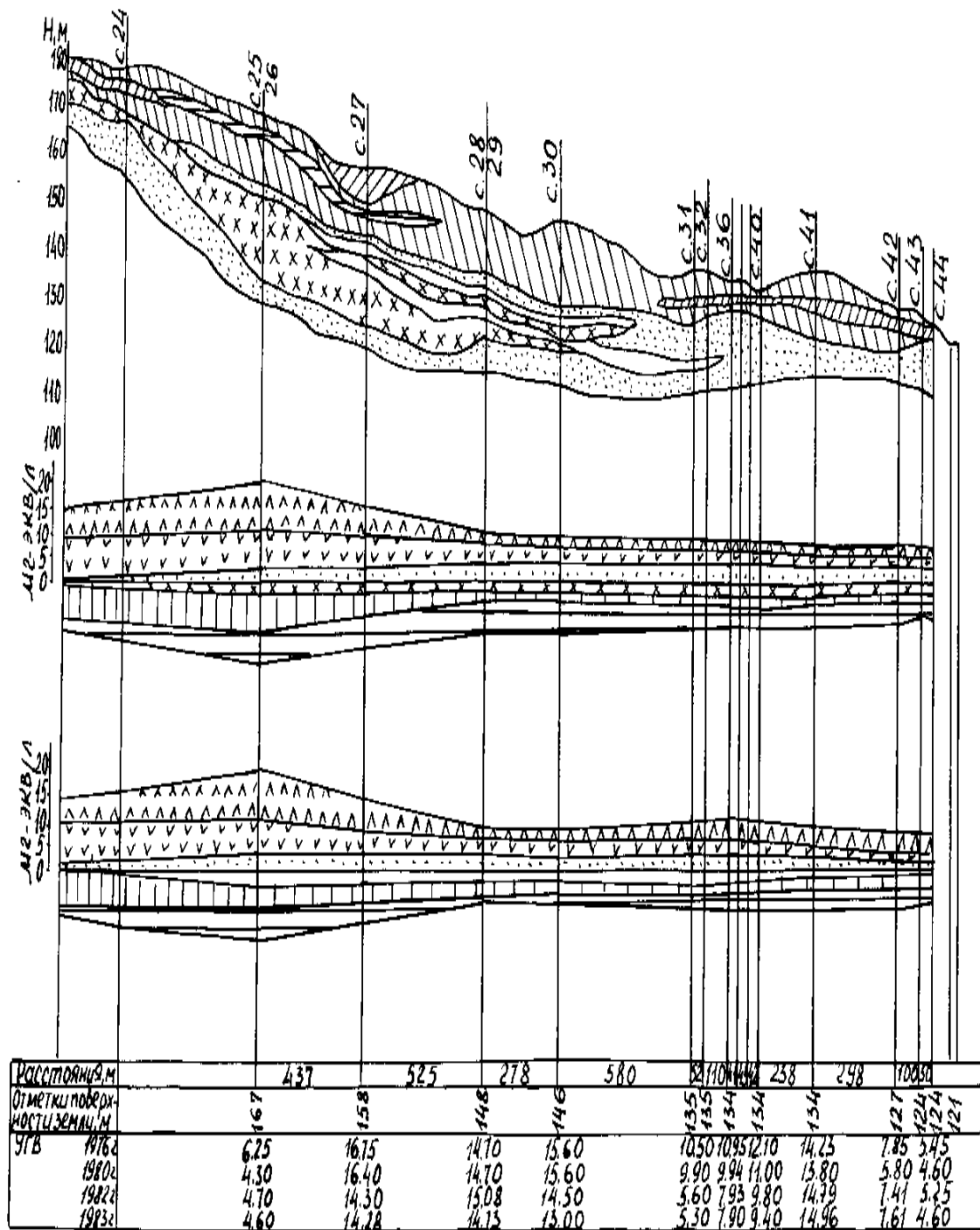


Рисунок 2.3 – График зависимости влажности почвогрунтов от глубины



- ▲▲ - Ca²⁺ □ - Cl⁻ □ - легкий суглинок ▣ - алевролит
- ▼▼ - Mg²⁺ □ - SO₄²⁻ □ - средний суглинок □ - супесь
- - Na⁺ □ - HCO₃ □ - тяжелый суглинок □ - песчаник

Рисунок 2.4 – Пример построения геологического и гидрохимического профилей

Гидрохимический профиль строится по данным таблицы 2.3.

Таблица 2.3 – Химический состав подземных вод

Показатель	Номер скважин			
	Фон С.1	25	35	36
Сухой остаток, мг/л	920,0	820,0	1138,0	1130,0
рН	8,0	7,0	8,0	7,0
Окисляемость, мг О ₂ /л	3,8	3,0	4,48	3,8
Жесткость общая, мг/л	5,0	5,5	5,0	6,0
Жесткость карбонатная, мг/л	2,8	5,0	5,0	6,0
Калий+натрий, мг/л	204,1	166,8	342,5	245,4
Магний, мг/л	12,2	30,5	32,5	42,7
Кальций, мг/л	80,0	60,0	50,0	50,0
Железо общ, мг/л	Нет	Нет	0,1	0,2
Аммоний, мг/л	1,9	Нет	0,7	Нет
Хлориды, мг/л	213,0	142,0	90,0	127,8
Сульфаты, мг/л	243,5	180,1	278,1	214,8
Гидрокарбонаты, мг/л	85,4	305	536,8	524,6
Карбонаты, мг/л	Нет	Нет	24,0	Нет
Нитриты, мг/л	–“–	–“–	2,0	1,8
Нитраты, мг/л	–“–	–“–	Нет	Нет
Минерализация, мг/л	840,1	884,6	1354,7	1207,3

2.4 Вопросы для самопроверки

1. Как формируется верховодка?
2. Что такое водоносный комплекс?
3. Комплекс работ при геолого-гидрогеологической съемке.
4. Что такое гидрогеохимия?
5. Что отражено на гидрогеологической карте?
6. Что отражено на гидрохимической карте?
7. Что показывает гранулометрический состав горных пород.
8. Дайте определение подземных вод.
9. Как осуществляется питание водоносных горизонтов?
10. Как осуществляется подземный сток?
11. Что такое полная влагоемкость породы?

12. Классификация пористости.
13. Какие факторы влияют на режим подземных вод?
14. Происхождение подземных вод.
15. Где находится устье скважины?
16. Виды уровня подземных вод.
17. Дайте определение фильтрации.
18. Как происходит формирование подземных вод?

3 Практическая работа 3 – Расчет полей систем водоотведения

3.1 Общие сведения о полях систем водоотведения

Практическая работа разработана в соответствии с требованиями «Санитарных правил и норм СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения» (утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 46) [5].

Поля систем водоотведения (ПСВ) – специализированные мелиоративные системы, предназначенные для использования подготовленных сточных вод на орошение и удобрение земель и для осуществления естественной биологической их доочистки.

Земельные участки для ПСВ выбираются с учетом рельефа местности и свойств почвогрунтов, гидрогеологических условий и необходимости соблюдения размеров санитарно-защитных зон.

При проектировании ПСВ учитываются:

- перспектива развития населенных мест, промышленных объектов и возможность увеличения объема сточных вод с тем, чтобы обеспечить рациональное использование этого объема без сброса за пределы орошаемой территории;
- природная защищенность подземным вод от загрязнения, существующее и проектируемое использование их для водоснабжения.

Не допускается устройство ПСВ:

- на территории I и II поясов зоны санитарной охраны водозаборов централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и источников минеральных лечебных вод;
- в местах выхода к поверхности земли водоносных трещиноватых пород развития карстовых полостей;
- в пределах округа санитарной охраны курортов, зон рекреации, водоохраных зон;
- в пределах разведанных месторождений пресных подземных вод питьевого

назначения, не защищенных от проникновения загрязняющих веществ с поверхности земли.

Строительство ПСВ может быть допущено при глубине залегания грунтовых вод от поверхности земли не менее 1,25 м на супесчаных и песчаных почвах и не менее 1,0 м на суглинистых и глинистых почвах при условии соблюдения вышеуказанных требований по защите подземных вод.

Между населенными пунктами и территорией ПСВ устанавливается санитарно-защитная зона, ширина которой находится в зависимости от способа полива и должна быть не менее 100 – 500 м.

По границам ПСВ со стороны населенных пунктов должно быть предусмотрено устройство защитных лесных полос шириной не менее 15 м. Если расстояние до населенных пунктов превышает 1000 м, то посадка лесополос необязательна.

Санитарно-защитная зона до магистральных автомобильных и железных дорог должна составлять не менее 100 м, включая полосу отчуждения. По границам дорог предусматривается устройство лесных полос шириной не менее 10 м.

Для контроля за состоянием подземных вод (режима уровней, химического состава грунтовых вод) в зоне влияния ЗПО должны быть оборудованы наблюдательные скважины.

По границам территории ЗПО устанавливаются предупредительные знаки для населения.

3.2 Задание 1 – Оценка солевого состава оросительной воды

Орошение (ирригация) — подвод воды на поля, испытывающие недостаток влаги, и увеличение её запасов в корнеобитаемом слое почвы в целях увеличения плодородия почвы. Орошение является одним из видов мелиорации. Орошение улучшает снабжение корней растений влагой и питательными веществами, снижает температуру приземного слоя воздуха и увеличивает его влажность. Качество оросительной воды следует определять на основании специальных исследований и

согласовывать с органами государственного надзора.

Цель работы: Произвести расчет и сделать заключение оценки солевого состава оросительной воды на основе требований.

Исходные данные: Основные показатели химического состава некоторых видов сточных вод, используемых для орошения (средние данные) по вариантам указаны в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Основные показатели химического состава некоторых видов сточных вод, используемых для орошения (средние данные, мг/л)

Показатели химического состава	Виды сточных вод предприятий по производству и переработке:				
	1 вариант	2 вариант	3 вариант	4 вариант	5 вариант
	крахмала из картофеля	сахара из свеклы	масло, сыр, молоко	азотных удобрений	плодов, овощей
рН(KCl)	5,1	7,0	6,9	8,2	7,3
Взвешенные вещества	2300	1215	290	-	198
HCO ₃	650	962	641	-	386
Cl	80	180	190	170	878
SO ₄	230	141	170	125	112
Ca	60	195	280	30	44
Mg	80	65	84	30	39
Na	80	240	175	45	104
K ₂ O	130	75	85	1	17
NH ₄	50	16	49	55	8
N _{общ}	200	52	107	89	14
P ₂ O ₅	40	2,5	30	27	1,8
XПК	400	200	1500	360	330

Запасы влаги в почве фактические для черноземных почв (формула 3.1):

$$W_{\text{факт}} = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot \gamma_{\text{факт}}, \text{ м}^3 / \text{га}, \quad (3.1)$$

где $\gamma_{\text{факт}}$ - запасы влаги фактические, %;

h – глубина увлажняемого слоя почвы, м;

α - плотность почвы, т/м³.

Запасы влаги в почве при наименьшей (полевой) влагоемкости для черноземных почв Оренбургской области рассчитывают по формуле 3.2:

$$W_{HB_{50}} = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot \gamma_{HB}, \text{ м}^3 / \text{га}, \quad (3.2)$$

где γ_{HB} - влажность почвы при НВ;

$$HB_{50} = 100 \cdot 0,5 \cdot 1,2 \cdot 24 = 1440 \text{ м}^3 / \text{га} = 144 \text{ мм}$$

Средневзвешенная по севообороту оросительная норма нетто для люцерно-кострецовой смеси - 350 мм (J).

Определяем поливную (формула 3.3) и оросительную нормы (формула 3.4):

$$M_{пол} = 100 \cdot h \cdot \alpha \cdot (\gamma_{HB} - \gamma_{факт}), \text{ м}^3 / \text{га} \quad (3.3)$$

$$M_{ор.} = M_{пол} \cdot n, \text{ м}^3 / \text{га} \quad (3.4)$$

Оценка оросительной воды по опасности осолонцевания почв проводится по формуле 3.5 и приводится в таблице 3.2:

$$Na : \sqrt{Ca + Mg} < 2 \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.5)$$

где Na, Ca и Mg- содержание катионов в сточной воде, мг экв/л;

K_1 - коэффициент, равный 2 для карбонатных и 1 для некарбонатных почв;

K_2 - коэффициент, равный $\sqrt{\frac{200}{HB_{50}}}$

K_1 - коэффициент, равный 2 для карбонатных и 1 для некарбонатных почв, в расчетах принимаем $K_1=2$;

$$K_2 - \text{коэффициент, равный } K_2 = \sqrt{\frac{200}{HB_{50}}} = 1,18.$$

$$2 : \sqrt{14,1 + 7,0} = 0,43 < 2 \cdot 2 \cdot 1,026 = 4,1$$

Таблица 3.2 - Оценка оросительной воды по опасности осолонцевания почв

Сточные воды	Содержание, мг/л			Содержание, мг-экв/л			K ₁	K ₂	Соотношение катионов в сточной воде	Критерий оценки	Оценка опас. осол
	Ca	Mg	Na	Ca	Mg	Na					

3.3 Задание 2 – Расчет допустимой концентрации азота, фосфора и калия в оросительной воде

Допустимое содержание биогенных элементов (азота, фосфора и калия) в сточной воде при проектировании полей систем водоотведения определяется в зависимости от величины внесения их с оросительной нормой и не должно превышать выноса этих элементов планируемым урожаем с учетом всех видов потерь.

Цель работы: рассчитать допустимую концентрацию азота, фосфора и калия в оросительной воде.

Исходные данные для расчетов приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 - Исходные данные для расчетов допустимой концентрации азота, фосфора и калия в оросительной воде

Показатель	Количество
Средневзвешенная по севообороту величина выноса урожаем моцерно-кострецовой травосмеси азота в Оренбургской области	600,6 кг/га
Средневзвешенная по севообороту величина выноса урожаем моцерно-кострецовой травосмеси фосфора в Оренбургской области	92,0 кг/га
- азота	0,5
- фосфора и калия	0,8
со средней обеспеченностью:	
- азота	0,6
- фосфора и калия	0,85
с высокой обеспеченностью:	

Продолжение таблицы 3.3

Показатель	Количество
- для азота	0,8
- фосфора и калия	0,9

Расчет проводится по формуле 3.6 и сводится в таблице 3.4:

$$C_{\text{НПК}} = \frac{100 \cdot B}{J \cdot K_3}, \quad (3.6)$$

где $C_{\text{НПК}}$ - допустимая концентрация азота, фосфора и калия в оросительной воде, мг/л;

B - средневзвешенная по севообороту величина выноса урожаем мощерно-кострецовой травосмеси азота, фосфора и калия, кг/га;

J - средневзвешенная по севообороту оросительная норма нетто, мм;

K_3 - коэффициент усвоения элементов питания урожаем на почвах.

Пример расчета допустимой концентрации азота, фосфора и калия в оросительной воде.

Таблица 3.4 – Расчет допустимой концентрации азота, фосфора и калия в оросительной воде.

Название элемента	B	J	K_3	$C_{\text{НПК}}$, мг/л
Азот	240	350	0,6	114,29
Фосфор	45	350	0,85	15,12
Калий	230	350	0,85	77,31

3.4 Задание 3 - Расчет допустимой концентрации микроэлементов в оросительной воде

Сточные воды, содержащие микроэлементы, в том числе и тяжелые металлы, в количествах, не превышающих ПДК для воды хозяйственно-питьевого водопользования, могут использоваться для орошения без ограничений. Если же

сточные воды содержат микроэлементы, в том числе и тяжелые металлы, в количествах, превышающих ПДК для воды хозяйственно-питьевого водопользования, тогда допустимая концентрация микроэлементов, в том числе и тяжелых металлов, в сточных водах устанавливается в зависимости от оросительной нормы и наличия их в почве.

Цель работы:

Рассчитать допустимые концентрации микроэлементов в оросительной воде.

Исходные данные: предельно допустимые концентрации микроэлементов для воды хозяйственно-питьевого водопользования приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Предельно допустимые концентрации микроэлементов для воды хозяйственно-питьевого водопользования

Микроэлементы	ПДК, мг/л	Микроэлементы	ПДК, мг/л
Барий	0,1	Вольфрам	0,05
Бериллий	0,0002	Кадмий	0,001
Бор	0,5	Кобальт	0,1
Бром	0,1	Литий	0,3
Ванадий	0,1	Медь	1,0
Висмут	0,1	Молибден	0,25
Никель	0,1	Мышьяк	0,05
Олово	0,1	Стронций	7,0
Ртуть	0,0005	Фтор	1,5
Свинец	0,03	Хром	0,5
Селен	0,01	Цинк	1,0

Эвапотранспирация (транспирация растений и испарение с поверхности почвы) по Оренбургской области составляет 720 мм.

Средневзвешенная по севообороту оросительная норма нетто, 325 мм (J).
Наличие в почве подвижных форм микроэлементов представлено в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Содержание подвижных форм микроэлементов в почве по вариантам

Вариант	Наличие в почве подвижных форм микроэлементов
Вариант 1	Барий, бор
Вариант 2	Ванадий, вольфрам, литий

Продолжение таблицы 3.6

Вариант	Наличие в почве подвижных форм микроэлементов
Вариант 3	Кобальт, медь, молибден
Вариант 4	Мышьяк, бром, ртуть
Вариант 5	Свинец, фтор, цинк

Расчет допустимой концентрации микроэлементов в оросительной воде проводится по формуле 3.7:

$$C_{мэ} = \frac{ПДК_{в} \cdot ЭТ}{J}, \quad (3.7)$$

где $C_{мэ}$ - допустимая концентрация микроэлементов в оросительной воде, мг/л;

$ЭТ$ - эвапотранспирация (транспирация растений и испарение с поверхности почвы), мм;

J - средневзвешенная по севообороту оросительная норма нетто, мм;

$ПДК_{в}$ - предельно допустимая концентрация микроэлемента для воды хозяйственно-питьевого водопользования, мг/л (таблица 3.7).

Пример расчета допустимой концентрации микроэлементов в оросительной воде.

Рассчитаем допустимую концентрацию микроэлементов в оросительной воде при условии, когда эвапотранспирация равна 630 мм, средневзвешенная по севообороту оросительная норма нетто равна 350 мм, ПДК кобальта - 0,1, меди - 1,0 и фтора - 1,5 мг/л, допустимая концентрация микроэлементов в оросительной воде представлена в таблице 7 , мг/л.

Таблица 3.7 – Расчет допустимой концентрации микроэлементов

Наименование микроэлемента	$ПДК_{в}$	$ЭТ$	J	$C_{мэ}$
Кобальт	0,1	630	350	0,18
Медь	1,0	630	350	1,8

Фтор	1,5	630	350	2,7
------	-----	-----	-----	-----

3.5 Задание 4 - Расчет норм минеральных удобрений под многолетние злаковые травы при орошении сточными водами

При эксплуатации полей систем водоотведения потребность сельскохозяйственных культур в удобрениях определяется нормативным (балансово-расчетным) методом на основе агрохимического обследования почв, при котором устанавливают фактическое содержание азота, фосфора и калия в почве.

Цель работы:

Рассчитать количество питательных веществ, которые необходимо внести при орошении сточными водами.

Исходные данные:

Люцерно-кострецовая смесь, урожайность - 142,6 т/га.

Вынос питательных веществ 1 т продукции, кг: N – 4,2, P₂O₅ – 0.65, K₂O - 3.6.

Исходные данные по типам почв и содержание в них подвижных форм питательных веществ представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Исходные данные по типам почв и содержание в них подвижных форм

Вариант	Тип почвы и содержание в них подвижных форм
1	2
Вариант 1	Черноземы обыкновенные среднесиловые, среднеобеспеченные по азоту, низкообеспеченные по фосфору, высокообеспеченные по калию. Содержание питательных веществ, мг/100 г: гидролизуемый азот – 6,5, P ₂ O ₅ – 1,8, K ₂ O- 13,2.
Вариант 2	Черноземы обыкновенные среднесиловые, среднеобеспеченные по азоту, низкообеспеченные по фосфору, высокообеспеченные по калию. Содержание питательных веществ, мг/100 г: гидролизуемый азот – 4,1, P ₂ O ₅ – 0,7, K ₂ O- 12,2.
Вариант 3	Черноземы южные карбонатные малосиловые, среднеобеспеченные по азоту, низкообеспеченные по фосфору, высокообеспеченные по калию. Содержание питательных веществ, мг/100 г: гидролизуемый азот – 7,1, P ₂ O ₅ – 1,5, K ₂ O- 14,7.
Вариант 4	Черноземы южные карбонатные сильнодеформированные, низкообеспеченные по азоту и фосфору, высокообеспеченные по калию. Содержание питательных веществ, мг/100 г: гидролизуемый азот – 1,8, P ₂ O ₅ – 0,3, K ₂ O- 11,0.

Продолжение таблицы 3.8

1	2
Вариант 5	Темно каштановые маломощные, среднеобеспеченные по азоту, низкообеспеченные по фосфору, высокообеспеченные по калию. Содержание питательных веществ, мг/100 г: гидролизуемый азот – 5,5, P ₂ O ₅ – 0,9, K ₂ O- 24,6.

Коэффициент возмещения выноса питательных веществ в зависимости от плодородия почвы приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Коэффициент возмещения выноса питательных веществ в зависимости от плодородия почвы

Плодородие почв по обеспеченности питательными веществами	Содержание питательных веществ, мг/100 г			Коэффициент возмещения выноса		
	Гидролизуемый азот (по Тюрину и Кононовой)	подвижный фосфор P ₂ O ₅ (по Мачигину)	Подвижный калий K ₂ O (по Пейве)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Низкое	<5	<15	<12	1,2	3	1,3
Среднее	6-8	15-20	12-18	1,0	2	1,0
Высокое	>8	>20	>18	0,8	0,8-1	0,7-0,9

Расчет потребности культур в удобрениях проводится по формуле 3.8:

$$H_{NPK} = A \cdot B \cdot K_B, \quad (3.8)$$

где H_{NPK} - потребность культур в питательных веществах, кг/га;

B - вынос питательных веществ запланированным урожаем, кг/га;

A - культура и ее урожайность;

K_B - коэффициент возмещения выноса элементов питания.

Результаты расчета сводятся в таблицу 3.10.

Таблица 3.10 - Расчет потребности культур в удобрениях

Наименование вещества	<i>A</i>	<i>B</i>	K_B	H_{NPK}

Содержание питательных веществ в сточных водах ($N_{общ}$, P_2O_5 , K_2O) приведены в таблице 3.10.

Оросительная норма $3500 \text{ м}^3/\text{га}$.

Поступление питательных веществ со сточной водой, кг/га, рассчитывается по формуле 3.9 и приводятся в таблице 3.11:

$$X = П \cdot E \cdot 10^{-3} , \quad (3.9)$$

где X - поступление питательных веществ со сточной водой;

$П$ - содержание питательных веществ в сточных водах ($N_{общ}$, P_2O_5 , K_2O);

E – оросительная норма.

Таблица 3.11– Поступление питательных веществ со сточной водой

Наименование вещества	<i>П</i>	<i>E</i>	<i>X</i>	<i>У</i>

Количество, которое требуется внести с минеральными удобрениями ($У$) рассчитывается по формуле 3.10:

$$Y = H - X \quad (3.10)$$

где H_{NPK} - потребность культур в питательных веществах, кг/га;

X - поступление питательных веществ со сточной водой.

Пример расчета норм минеральных удобрений под многолетние злаковые травы при орошении сточными водами

Исходные данные для расчета представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Исходные данные для расчета норм минеральных удобрений

Показатель	Количество
Культура - многолетние злаковые травы на зеленую массу, урожайность, ц/га	40
Вынос питательных веществ 1 т продукции, кг:	
- N	6
- P ₂ O ₅	1
- K ₂ O	6
Почва - дерново-подзолистая, среднеобеспеченная по азоту и фосфору, высокообеспеченная по калию рН-5,0, содержание питательных веществ, мг/100 г:	
- гидролизуемый азот	6
- P ₂ O ₅	7
- K ₂ O	14

Коэффициент возмещения выноса питательных веществ в зависимости от плодородия почвы приведен в таблице 3.12.

Потребность культуры в питательных веществах, кг:

$$N_N = 40 \times 6 \times 1 = 240 \quad H_{P_2O_5} = 40 \times 1 \times 2 = 80 \quad H_{K_2O} = 40 \times 6 \times 0,7 = 168$$

Содержание питательных веществ в сточных водах, мг/л:

$$N_{общ} = 40 \quad P_2O_5 = 10 \quad K_2 = 36$$

Оросительная норма - 3000 м³/га.

Поступление питательных веществ со сточной водой, кг/га:

$$N_{общ} = 120 \quad P_2O_5 = 30 \quad K_2 = 108$$

Требуется внести с минеральными удобрениями, кг/га:

$$N_{\text{общ}} = 240 - 120 = 120 \quad P_2O_5 = 80 - 30 = 50 \quad K_2 = 168 - 108 = 60$$

3.6 Вопросы для самопроверки

- 1 Что такое орошение (ирригация)?
- 2 По какой формуле находится коэффициент K_2 ?
- 3 По какой формуле проводится оценка оросительной воды по опасности осолонцевания почв?
- 4 По какой формуле производится расчет допустимой концентрации веществ в оросительной воде?
- 5 По каким веществам проводится расчет?
- 6 Может ли превышать допустимое содержание биогенных элементов в сточной воде при проектировании полей орошения, величину выноса этих элементов планируемым урожаем с учетом всех видов потерь?
- 7 В каких единицах измеряется средневзвешенная по севообороту величина выноса урожая?
- 8 В чем измеряется допустимая концентрация элементов в оросительной воде?
- 9 Возможно ли использование сточных вод для орошения?
- 10 Что такое эвапотранспирация?
- 11 В чем измеряется средневзвешенная по севообороту оросительная норма?
- 12 По какой формуле рассчитывается допустимая концентрация микроэлементов в оросительной воде?
- 13 В каких единицах измеряется допустимая концентрация микроэлементов в оросительной воде?
- 14 По какой формуле проводится расчет потребности культур в удобрениях?
- 15 Как рассчитывается поступление питательных веществ со сточной водой?
- 16 По какой формуле рассчитывается количество азота, фосфора и калия, которое необходимо внести с минеральными удобрениями?
- 17 В каких единицах измеряется вынос питательных веществ запланированных урожаем?

18 В каких единицах измеряется потребность культур в питательных веществах?

Часть 2 Методические указания к лабораторным работам по природопользованию

4 Лабораторная работа 1 Определение влажности почвы и плотности сложения почвы в лабораторных условиях

Цель работы: овладение методикой определения влажности почвы и плотности сложения почвы в лабораторных условиях.

Материалы и оборудование: весы, линейка, бюксы, пластиковая ложка, калькулятор, рабочая тетрадь.

4.1 Схема описания почвенного разреза

Почва - верхний слой литосферы, обладающий особым свойством, которое называется плодородием. Плодородие почвы связано с наличием в ней гумуса. Почва является результатом преобразования четвертичных отложений земной коры совместным воздействием воды, воздуха и организмов. Почва рассматривалась как геологическое тело, но в работах В. В. Докучаева впервые появились близкие к современным представления об особом характере почвы.

Почва занимает уникальное положение в природе, так как имеет общие свойства и с живой, и с неживой природой. Она состоит из генетически связанных горизонтов, которые образуют почвенный профиль и отражают эволюцию почвообразования.

Структурой называют различные по величине и форме комочки или отдельности, на которые распадается почва.

Различные почвы, а в пределах одного профиля и различные горизонты, могут иметь неодинаковую структуру. Выделяются следующие виды структурных отдельностей: глыбистая, комковатая, ореховатая, зернистая, столбчатая,

призматическая, плитчатая, пластинчатая, листоватая.

Определение структурности отдельных горизонтов профиля имеет большое значение для установления, как типа почвы, так и степени ее плодородия. Зернистая структура характерна для богатых гумусом почв, столбчатая и призматическая — для солонцов, плитчатая, пластинчатая и листоватая — для горизонтов вымывания подзолистых, солонцеватых и осолоделых почв. Рассмотрим строение почвенного профиля на примере разреза №1

Разрез № 1 находится в целинной степи, на запад от поселка имени Максима Горького. Координаты разреза: западная окраина поселка (200 м), севернее водонапорной башни (250 м).

Рельеф: возвышенная равнина, имеется среднезападный уклон. Преобладающая растительность — черная полынь. Наличие черной полыни указывает на то, что здесь солонцеватые почвы и солонцы. Вскипание происходит на глубине 32 см.

Мощность горизонтов, см:

- гор. А — 0—18;
- гор. В₁ — 18—40;
- гор. В₂ — 40—83;
- гор. С — ниже 83 см.

Горизонт А — цвет светло-серый, с коричневым оттенком, слегка влажный, рыхлый, несколько пылеватый, по механическому составу пылеватый суглинок, корней много, переход к следующему горизонту резкий.

Горизонт В₁ — цвет темно-коричневый, слегка влажный, плотный, структура столбчато-призматическая, с трудом распадается на угловатые отдельности, глинистый, корней мало, переход заметный.

Горизонт В₂ — цвет светло-коричневый, неравномерно окрашен, слегка влажный, плотный, суглинистый, структура комковатая, новообразования — белоглазка — встречается на глубине 55—83 см, корней нет, переход постепенный.

Горизонт С — светло-коричневый суглинок, плотный.

Название почвы – светло-каштановая средней солонцеватости.

В почвенном разрезе описывают новообразования, включения, определяют глубину вскипания от карбонатов.

Новообразования представляют собой отложения различных веществ, возникновение которых связано с почвообразовательным процессом. Происхождение их может быть химическое и биологическое.

Химические новообразования отлагаются в виде выцветов легкорастворимых солей, присыпки кремнекислоты по граням, прожилок гипса и извести, концентраций извести и окислов железа, потеков гумусовых веществ, карбонатов кальция, полуторных окислов железа, марганца и алюминия, а также фосфорной кислоты.

Новообразования биологического происхождения представлены в виде экскрементов дождевых червей и личинок, насекомых, ходов червей и землеройных животных, сохранившихся следов корней растений.

Включениями считают посторонние предметы, присутствие которых в почве не обусловлено почвообразовательным процессом (кости животных, куски угля, черепки посуды, обломки кирпичей, горных пород и т. д.).

Определение наличия карбонатов в почве. Все слои почвы, как говорят почвоведы, нужно опробовать «на вскипание». Для этого на образец почвы из каждого слоя капают сильно разведенной соляной кислотой. Когда почва при смачивании соляной кислотой шипит с выделением пузырьков, то записывают, что почва «вскипает» от кислоты.

Это указывает на большое содержание в ней карбонатов. «Вскипание» происходит потому, что карбонаты при смачивании почвы соляной кислотой разрушаются, при этом выделяется углекислая кислота, которая разлагается с выделением воды и углекислого газа.



4.2 Отбор образцов почвы для химических анализов

Если необходимо рассмотреть почву более детально, то из нее берут образцы для анализа. Отбор почвы для химического анализа проводится из почвенного разреза. Образцы берутся из пахотного слоя и других, резко отличающихся горизонтов.

Перед этим отвесную стенку разреза зачищают и на ней выделяют генетические горизонты, из которых и отбирают почвенные пробы. Кусок почвы вырезается ножом весом равным одному килограмму и кладется в бумажную коробку или тканевый мешочек. В коробку или мешочек кладут этикетку, в которой пишут где, когда, кем взят образец почвы и с какой глубины.

Затем проводится описание почвенного разреза по горизонтам. После описания почвенного разреза его следует немедленно засыпать, причем гумусовый горизонт нужно укладывать с поверхности.

В камеральных условиях образцы почвы следует вынуть из коробки или мешочка и разложить для просушки. Почву следует сушить до воздушно сухого состояния. Почву следует хранить в сухом месте. После высушивания почву укладывают в картонные коробки, каждый образец в отдельную коробку, сделав соответствующую надпись на коробке и положив внутрь ее этикетку от образца.

4.3 Отбор монолитов почвы для определения водно-физических свойств почвы

Для изучения водно-физических свойств почвы в полевых условиях применяют метод пробных площадок. На исследуемой территории выбирают участок с наиболее распространенной почвой. Затем выделяют на нем пробную площадку размером 10*10 м или 100*100 м. На пробной площадке берут монолиты почвы из горизонтов. Для определения водно-физических свойств почвы

производится отбор почвенных монолитов ненарушенного сложения из разрезов.

Для отбора монолита готовится площадка. Для этого необходимый слой почвы снимают лопатой и образующуюся площадку выравнивают ножом с таким расчетом, чтобы можно было взять пробы в необходимой повторности.

Для отбора монолита почвы пластиковый цилиндр $h = 15$ см ставят на поверхность почвы и начинают ножом обрезать почву вокруг него, насаживая цилиндр на монолит. Между пластиком и почвой в цилиндре не должно быть свободного пространства.

После того как цилиндр полностью заполнится почвой, его слегка наклоняют и подрезают снизу ножом, отделяя от почвы, затем помещают в целлофановый мешок и отправляют в лабораторию. В мешок кладут этикетку с указанием где, когда и кем взят образец. Надпись делают и поверх мешка.

Отбирают и анализируют почвенные образцы при определении водно-физических свойств почвы в соответствии с генетическими горизонтами потому, что все свойства почвы, в т. ч. и водно-физические, существенно, а иногда и резко изменяются при переходе от одного горизонта к другому.

Одновременно с отбором монолита почвы берут пробы для определения влажности почвы. Пробы почвы для определения влажности берут из тех же горизонтов почвы в разрезе, что и монолиты.

Значение влажности почвы необходимо для определения общих и доступных для растений запасов почвенной влаги, влагоемкости почв, рациональных поливных норм, а также содержания воздуха в почве.

Пробы почвы для определения влажности могут отбираться из скважины при помощи бура по генетическим горизонтам или послойно через каждые 10 см на глубину в зависимости от целей исследования. Пробы берутся в 3—5-кратной повторности в бюксы с крышкой. В более мощных слоях почвы пробы можно брать и по 20-сантиметровым слоям. Бюксы нумеруются, и номер каждого бюкса записывается в специальный журнал.

Содержание воды в почве колеблется в пределах от сильного иссушения до

полного насыщения и переувлажнения.

Количество воды, находящейся в данный момент в почве и выраженное в весовых или объемных процентах по отношению к абсолютно сухой почве, называется влажностью почвы.

При полевых описаниях обычно различают следующие степени увлажнения почвы:

- мокрая — из комочка почвы, зажато в руке, выделяются капельки воды;
- сырая — почва прилипает к руке, на ладони оставляет грязные следы;
- влажная — комочек почвы деформируется при сдавливании в ладони;
- свежая — не пылит, в ладони вызывает ощущение прохлады;
- сухая — ощущение прохлады не вызывает, при раздавливании пылит.

Влажность не является устойчивым признаком той или иной почвы. Она зависит от метеорологических условий, поливов, режима грунтовых вод.

Вода в почве имеет огромное и разностороннее значение. С наличием воды в почве, ее количеством и качеством связаны условия произрастания растений, деятельность микроорганизмов, процессы почвообразования и выветривания.

Плотность сложения почвы – это масса твердой фазы сухой почвы естественного сложения в единице объема.

Эта величина характеризует сложение почвы. Плотность сложения минеральных почв колеблется обычно от 1,0 до 1,8 г/см³. В гумусовых горизонтах она равна 1,0 – 1,2, в минеральных горизонтах возрастает до 1,6 г/см³.

Почва считается рыхлой, если плотность сложения гумусового горизонта равна 0,90 – 0,96, нормальной – 0,95 – 1,15, уплотненной – 1,15 – 1,25, сильно уплотненной и требующий рыхления – более 1,25 г/см³.

Величина плотности сложения дает возможность рассчитать запасы воды, питательных веществ, вредных солей в почве, так как позволяет перевести процентное их содержание в весовые величины. При гидромелиоративном проектировании она, кроме того, используется в расчетах коэффициентов фильтрации грунтов, выстилающих стенки оросительных каналов.

По плотности сложения почвы можно судить, насколько хорошо подготовлена почва приемами обработки для посева или посадки сельскохозяйственных культур. Объемная масса в $1,5 \text{ г/см}^3$ и более указывает на чрезмерную плотность почвы, при которой создаются неблагоприятные условия для сельскохозяйственных культур.

Плотность сложения почвы рассчитывают делением веса абсолютно сухой почвы на объем монолита почвы. Объем взятого монолита почвы рассчитывают умножением площади поперечного сечения монолита на его высоту. Вес монолита почвы определяют взвешиванием на весах ВЛК – 500.

Порозность (пористость)— одна из характеристик сложения почвы— совокупность почвенных пор, отличающихся друг от друга размерами и пространственной конфигурацией.

Характер порозности обуславливается физическими и физико-химическими процессами, протекающими в почве: растрескиванием её под действием увлажнения-высыхания, нагрева-охлаждения, набухания-сжатия, передвижением и деятельностью жидкой фазы, выщелачиванием и выносом различных химических соединений в нижележащие горизонты. Степень порозности также зависит от почвенной структуры, гранулометрического состава и содержания гумуса.

Сложение — внешнее выражение порозности и плотности почвы, которое зависит от ее механического состава и структуры, а также от деятельности почвенной фауны и корней растений. При этом можно рассматривать:

- **весьма плотное (слитное) сложение**, когда почва при копке не поддается лопате, тогда необходимы лом и кирка. Комки почвы в сухом состоянии не разламываются руками. Черта от ножа получается блестящая и узкая. Такое сложение встречается у столбчатых солонцов и глинистых бесструктурных почв;

- **плотное сложение**, при котором сухие куски почвы с трудом разламываются руками. Черта от ножа получается шероховатой, с рваными краями. Почва лопатой копается с трудом. Плотное сложение наиболее часто встречается в нижних горизонтах глинистых и тяжелосуглинистых почв;

- **уплотненное сложение** — нож входит в почву на 3—5 см;

- **рыхлое сложение**, когда сухие образцы почв при слабом надавливании распадаются на структурные отдельные, частично объемы некоторых почв — на механические элементы.

Этим сложением обладают почвы, развивающиеся на легких пылеватых суглинках, легких песчаных суглинках и супесях (особенно верхние горизонты). Тяжелосуглинистые и глинистые почвы обладают рыхлым сложением в том случае, если имеют хорошо выраженную водопрочную структуру;

- **рассыпчатое сложение**, при котором масса почвы лишена связующих и цементирующих веществ или содержит их в ничтожно малом количестве, состоит из песчинок, легко рассыпающихся в сухом состоянии. Такое сложение типично для песчаных почв.

4.4 Задание 1 - Знакомство с оборудованием в лабораториях кафедры экологии и природопользования

При выполнении лабораторно-практических работ и проведения научно-исследовательских работ на кафедре используются следующие приборы и оборудование: фотоэлектроколориметр, весы лабораторные и аналитические, рН-метр, баня лабораторная, шкафы сушильные сухожаровые, электродистиллятор, электрическая плитка, микроскопы, а для подготовки учебно-методических материалов – компьютеры.

Лаборатории кафедры экологии и природопользования оборудованы вытяжной вентиляцией.

В лаборатории кафедры экологии и природопользования проводятся химические анализы почвы на следующие ионы: гидрокарбонат-ион, хлорид-ион, гидросульфид-ион, ионы кальция и магния, сульфат-ион, ион-аммония, ион цинка. Также в лаборатории студенты изучают водно-физические и агрохимические свойства почв.

Основным инструментом при проведении химических анализов является химическая посуда, таблица 4.1.

Посуда химическая лабораторная - изделия из стекла, кварца, фарфора, платины и других материалов, применяемые для препаративных и химико-аналитических работ. Посуда химическая лабораторная должна быть устойчива к воздействию химических реагентов, легко отмываться от загрязнений, а материал её должен быть термоустойчив и обладать малым коэффициентом теплового расширения. По назначению она может быть разделена на мерную, немерную и специального применения.

Мерная посуда химическая лабораторная имеет точную градуировку, её нельзя нагревать. Мерная посуда, как и вся посуда химическая лабораторная, различается по ёмкости, диаметру и формам. К ней относятся:

- пипетки — для отбора жидкостей (0,1—100 мл) и газов (от 100 мл и выше);
- бюретки (1—100 мл) — для титрования, измерения точных объёмов (различают микробюретки, бюретки объёмные, весовые, поршневые, газовые);
- мерные колбы (10—2000 мл) — для отмеривания и хранения определённых объёмов жидкостей: мерные мензурки и цилиндры (градуированы менее точно).

К немерной, или общего назначения, посуде химической лабораторной относятся:

- а) изделия, употребляемые с нагревом:
 - пробирки (5—25 мл);
 - стаканы (5—1000 мл);
 - колбы (10—1000 мл, плоскодонные, круглодонные, конические).
- б) употребляемые без нагрева:
 - пробирки (из толстостенного стекла) для центрифугирования;
 - воронки для переливания и фильтрования жидкостей и делительные воронки (от 25 мл и выше, цилиндрические, грушевидные и шарообразные);
 - кристаллизаторы (плоскодонные сосуды);
 - холодильники для охлаждения и конденсации паров и собирания конденсата (специальные и универсальные);
 - сифоны (различных форм и размеров, применяются для переливания

жидкостей);

- водоструйные насосы (ускоряют фильтрование, создают при перегонке вакуум над кипящей жидкостью);

- склянки (служат в качестве резервуара, из которого жидкость поступает в другой сосуд, например в бюретки при титровании), бюксы с шлифованными крышками (для хранения веществ), капельницы различного устройства (для дозирования жидкости).

К посуде химической лабораторной специального назначения относятся:

- колбы для дистилляции;

- аллонжи — изогнутые трубки (для соединения холодильника с приёмником);

- дефлегматоры (насадки, представляющие собой трубки с расширением и отводом в верхней части; применяются при фракционированной перегонке);

- колбы грушевидной формы, применяющиеся для определения азота («колбы Кьельдаля»);

- эксикаторы для медленного высушивания и сохранения веществ, легко поглощающих влагу из воздуха (в т. ч. вакуум-эксикаторы);

- различного вида склянки для промывания газов с целью освобождения их от примесей;

- трубки различной формы (например: хлоркальциевые U-образные) для сушки и очистки газов от механических загрязнений.

Наиболее распространённый материал для посуды химической лабораторной — стекло, во многих случаях применяются и другие материалы. Кварцевая посуда химическая лабораторная необходима при работе с особо чистыми веществами, а также для нагрева до 1200 °С, в т. ч. и под вакуумом. Платиновая посуда химическая лабораторная используется главным образом при работе с фтористоводородной (плавиковой) кислотой. Платиновую химическую посуду не рекомендуется применять при работе с PbSO_4 , PbO_2 , SnO_2 , V_2O_5 , Sb_2O_3 , другими соединениями, способными легко восстанавливаться, при работе с серу- и фосфорсодержащими соединениями в присутствии восстановителей при сплавлении богатых железом

веществ, а также веществ, выделяющих галогены в присутствии окислителей, например: царской водки. Тигли из золота и серебра удобны для сплавления различных веществ со щелочами от 900 °С до 1000 °С. Для сплавления с Na₂O₂ применяют никелевые и железные тигли. Фарфоровая посуда химическая лабораторная по сравнению со стеклянной посудой более прочна и термостойка, но непрозрачна и тяжела. Помимо стаканов, чашек (для выпаривания) и тиглей, из фарфора изготавливают ступки, воронки Бюхнера, ложки-шпатели для отбора вещества, лодочки для прокаливания в печи. Для нагревания от 1200 °С до 3000 °С применяют тигли из высокоогнеупорных материалов. Нередко посуда химическая лабораторная изготавливается из полимерных материалов (полиэтилен, фторопласт и др.), обладающих химической устойчивостью в сочетании с ценными физико-механическими свойствами.

Таблица 4.1 – Образцы лабораторной химической посуды

Название	Вид	Предназначение
1	2	3
Капельницы ГОСТ 25336-82 -		Применяются для дозирования индикаторов и других растворов в лабораторной практике
Воронки лабораторные тип В ГОСТ 25336-82		Применяются для переливания и фильтрования жидкостей
Воронки делительные тип ВД ГОСТ 25336-82 1-цилиндрическая 2 - грушевидная		Применяются для разделения двух несмешивающихся жидкостей
Колба плоскодонная П-1 со шлифом		Предназначена для проведения органических синтезов и аналитических работ.

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
<p>Стаканы лабораторные тип В высокие с носиком</p>		<p>Предназначены для фильтрования, выпаривания и приготовления растворов в лабораторных условиях.</p>
<p>Пробирка химическая П-1-14-120 цилиндрическая с развернутым краем</p>		<p>Применяется при проведении различных химико-лабораторных работ.</p>
<p>Колба коническая КН-1-25-14/23 со шлифом</p>		<p>Применяется для различных аналитических работ, в качестве приемников при перегонке, для титрования, перекристаллизации органических веществ из легколетучих растворителей, хранения веществ и т.д.</p>
<p>Промывалка 250 КШ 29/32 ТС круглая</p>		<p>Применяется для ополаскивания посуды</p>
<p>Колба мерная 1-250-2 с одной отметкой и цилиндрической горловиной</p>		<p>Предназначена для проведения различных аналитических работ, разбавления растворов, растворения веществ в определенном объеме соответствующего растворителя, приготовления растворов заданных концентрацией и т.д..</p>
<p>Бюксы (стаканчики для взвешивания)</p>		<p>Предназначены для взвешивания и хранения веществ и препаратов.</p>
<p>Бюретка с одноходовым краном</p>		<p>Применяется для титрования и точного отмеривания небольших объёмов жидкости.</p>

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3
Пипетки Мора с одной отметкой и расширением		Предназначены для отмеривания точного объема жидкости,
Пипетки мерные на полный слив, тип 3		Предназначены для отмеривания точного объема жидкости, от верхней нулевой отметки до любой отметки, нижняя часть сливного кончика соответствует номинальному объему, прямые
Мензурки		Применяются для измерения объёмов жидкостей.
Цилиндры мерные на стеклянном основании		Разработаны для отмеривания нелетучих жидкостей.
Эксикатор с крышкой		Предназначен для медленного высушивания и хранения гигроскопических веществ.

Обычно такая посуда пригодна для работы с агрессивными веществами, например: плавиковой кислотой и химических свойств почвы. На кафедре экологии и природопользования предусмотрены две лаборатории:

- для определения водно-физических свойств почвы;
- для определения химических свойств почвы.

4.5 Задание 2 - Определение влажности почвы в лабораторных условиях

Лабораторные работы по определению водно-физических свойств почвы разработаны с учетом рекомендаций Н.А. Качинского, Е.В. Шеина [4,6].

Ход работы. В алюминиевый пронумерованный и заранее взвешенный на

технических весах стаканчик насыпают почву примерно на 1/3 его высоты из средней смешанной пробы. Стаканчик немедленно закрывают крышкой и взвешивают. Затем крышку снимают, стаканчик вставляют нижней частью в крышку и открытым помещают в термостат. Высушивают почву до постоянной массы при температуре 105 °С в течение 5-6 часов. Охлаждают стаканчики закрытыми крышкой в эксикаторе и взвешивают. Влажность определяют по формуле 4.1:

$$A = \frac{100 \cdot a}{e} \quad (4.1)$$

где А – влажность почвы

а – масса испарившейся из пробы воды, г;

в – масса абсолютно сухой почвы в стаканчике, г.

Для пересчета результатов многочисленных анализов на абсолютно сухую почву пользуются коэффициентом пересчета (К). Коэффициент пересчета (К) определяют по формуле 4.2:

$$K = \frac{100 + A}{100} \quad (4.2)$$

Полученные данные заносят в таблицу 4.2, в которой представлен пример расчета влажности почвы, и проводят расчет.

Таблица 4.2 - Определение влажности почвы

Глубина, см	Повторность	№ бюкса	Вес пустого бюкса, г	Вес бюкса с влажной почвой, г	Вес бюкса с сухой почвой, г	Вес сухой почвы, г	Вес воды, г	Влажность, %	Средняя влажность, %
0-10 гор. А	1	35	12,81	33,96	29,53	16,72	4,43	26,5	26,8
	2	44	11,92	37,82	32,33	20,41	5,49	26,9	
	3	53	12,46	36,40	31,30	18,82	5,10	27,1	

4.6 Задание 3 - Определение плотности сложения почвы

Ход работы. На технических весах взвешивают цилиндр, записывают его номер и массу. Затем определяют внутренний радиус цилиндра.

Одновременно отбирают образцы почвы для определения влажности, рассчитывают абсолютную влажность почвы и используют результаты для пересчета сырой почвы в сухую. Плотность сложения почвы рассчитывают по формуле 4.3:

$$d_v = \frac{P}{V}, \quad (4.3)$$

где P – масса сухой почвы, г, рассчитывается по формуле 4.5;

V – объем цилиндра, см^3 , рассчитывается по формуле 4.4.

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot \left(h + \frac{1}{3} \cdot H \right), \quad (4.4)$$

где h – высота цилиндра, см;

H – высота конуса, см;

r – внутренний радиус цилиндра, см.

$$P = \left(\frac{100}{100 + W\%} \right) \cdot a, \quad (4.5)$$

где a – масса влажной почвы, г;

W – влажность почвы, %

Общая порозность (пористость) почвы рассчитывается по формуле 4.6:

$$P_{\text{общ}} = \left(\frac{d - d_1}{d} \right) \cdot 100\%, \quad (4.6)$$

где $P_{\text{общ}}$ – порозность (пористость) общая, % от объема;

d – плотность твердой фазы почвы, г/см³;

d_1 – плотность сложения почвы, г/см³.

Полученные данные представляют в таблице 4.3, в которой представлен пример расчета влажности почвы, и проводят расчет .

Таблица 4.3 – Определение плотности сложения почвы.

Глубина, см	№ цилиндра	Масса пустого цилиндра, г	Масса цилиндра с сырой почвой, г	Масса сырой почвы, г	Влажность почвы, %	Масса сухой почвы, г	Объем цилиндра, см ³	Плотность сложения почвы, г/см ³
0,3	5	50	800	750	20	600	552,64	1,08

4.7 Вопросы для самопроверки

1. Дать общую характеристику почвы.
2. Дать понятие о структуре почвы.
3. Дать описание почвенного разреза.
4. Охарактеризовать отбор монолита почвы для определения водно-физических свойств почвы.
5. Дать определение влажности почвы.
6. Охарактеризовать степени увлажнения почвы.
7. Дать определения новообразований и включений почвы.
8. Как определить наличие карбонатов в почве.
9. Дать определение плотности сложения почвы.
10. Охарактеризовать плотность сложения почвы.
11. Дать определение объемной массы и порозности (пористости) почвы.
12. Охарактеризовать сложение почвы.

13. Охарактеризовать ход работы по определению влажности почвы.
14. Как рассчитать влажность почвы?
15. Дать определение плотности сложения почвы.
16. Как рассчитать плотность сложения почвы?
17. Что такое профиль почвы?
18. Дать понятие горизонт почвы.
19. Виды структурных отдельностей.
20. Основные типы почв.

5 Лабораторная работа 2 Определение водопроницаемости почвы, полной и наименьшей (полевой) влагоемкости почвы в лабораторных условиях

Цель работы: овладение методикой определения: водопроницаемости почв, полной и наименьшей (полевой) влагоемкости почв в лабораторных условиях.

Материалы и оборудование: цилиндры, весы, эксикатор, рабочая тетрадь, калькуляторы.

5.1 Общие понятия и определения

Влага необходима для прорастания семян, без нее невозможны последующий рост и развитие растения. С водой в растение из почвы поступают питательные вещества, испарение воды листьями обеспечивает нормальные температурные условия жизнедеятельности растения.

Вода - обязательное условие почвообразования и формирования почвенного плодородия. Без нее невозможно развитие почвенной фауны и микрофлоры. Процессы превращения, трансформации и миграции веществ в почве также требуют большого количества воды. Для определения потребности растений в воде применяют показатель — транспирационный коэффициент - количество весовых частей воды, затраченной на одну весовую часть урожая. Степень доступности почвенной влаги растениям и состояние водного режима, выражают почвенно-гидролитические константами. Различают следующие почвенно-гидрологические константы:

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) — влажность почвы, соответствующая наибольшему содержанию недоступной растениям прочносвязанной влаги.

Максимальная гигроскопичность (МГ) — влажность почвы, соответствующая количеству воды, которое почва может сорбировать из воздуха, полностью насыщенного водяным паром. Влага, соответствующая МГ, полностью

недоступна растениям.

Влажность устойчивого завядания растений (ВЗ), соответствующая содержанию в почве воды, при котором растения обнаруживают признаки завядания, не проходящие при помещении растений в насыщенную водяным паром атмосферу. Влажность завядания соответствует влажности почвы, когда влага из недоступного для растений состояния переходит в доступное (нижний предел доступности почвенной влаги).

Наименьшая (полевая) влагоемкость почвы (НВ) — соответствует капиллярно-подвешенному насыщению почвы водой, когда последняя максимально доступна растениям.

Полная влагоемкость (ПВ) — соответствует такому содержанию влаги в почве, когда все ее поры насыщены водой.

Способность почвы к устойчивому обеспечению растений водой зависит от агрофизических факторов плодородия.

Водоподъемная способность почвы - способность к капиллярному подъему воды. Обусловлено это свойство действием менисковых сил смоченных водой стенок почвенных капилляров.

Водопроницаемостью почвы называют способность впитывать и пропускать через себя воду. Водопроницаемость зависит от гранулометрического состава, структуры почвы и степени увлажнения. Определяют водопроницаемость, пропуская через слой почвы воду.

Поступление влаги в почву складывается из впитывания при частичном заполнении пор водой и фильтрации воды. Совокупность этих явлений объединяется понятием «водопроницаемость почвы». По скорости впитывания воды различают почвы хорошо-, средне- и слабопроницаемые.

Условия водного режима в пахотной почве постоянно изменяются. Радикальный метод регулирования водного режима почв — мелиорация. Современные приемы гидротехнической мелиорации обеспечивают возможность двухстороннего регулирования водного режима: орошение со сбросом лишней воды

и осушение в комплексе с дозированным орошением.

Фильтрационная способность почвы, т. е. нисходящее передвижение влаги в почве или грунте при заполнении всех пор водой, зависит от многих факторов: механического состава, водопрочности агрегатов, плотности, сложения.

В таблице 5.1 приведена шкала оценки водопроницаемости почвы по Н.А. Качинскому.

Таблица 5.1 - Водопроницаемость тяжелых почв при напоре воды 5 см и температуре 10 °С

Водопроницаемость в первый час впитывания, мм вод.ст.	Оценка	Примечание
Свыше 1000	Провальная	Качество водопроницаемости тем лучше, чем более она однородна на поверхности поля и чем более постоянна во времени
1000-500	Излишне высокая	
500—100	Наилучшая	
100—70	Хорошая	
70—30	Удовлетворительная	
Менее 30	Неудовлетворительная	

Количество воды, характеризующее водоудерживающую способность почвы, называют **влагоемкостью**. В зависимости от сил, удерживающих влагу в почве, различают максимальную адсорбционную влагоемкость (влага, которая удерживается на поверхности частиц под действием сорбционных сил), капиллярную (запас воды, удерживаемый капиллярными силами), наименьшую (полевую) и полную влагоемкость или водовместимость (содержание воды в почве при заполнении всех порводой).

Максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ) — это наибольшее недоступное растениям количество влаги, которое прочно удерживается молекулярными силами почвы (адсорбцией). Она зависит от суммарной поверхности частиц, а также от содержания гумуса: чем больше в почве илистых частиц и гумуса, тем выше максимальная адсорбционная влагоемкость.

Капиллярная влагоемкость (КВ) — количество воды, которое удерживается в почве при заполнении капиллярных пор над уровнем грунтовых вод. Капиллярная

влагоемкость зависит от высоты над зеркалом грунтовых вод. Вблизи грунтовых вод она наибольшая, а с поднятием к поверхности уменьшается. С капиллярной влагоемкостью связано важное в агрономической науке понятие капиллярной каймы. Капиллярной каймой называется весь слой влаги между уровнем грунтовых вод и верхней границей фронта смачивания почвы.

Наименьшая влагоемкость (НВ) — количество воды, которое удерживается в полевых условиях после полного увлажнения почвы с поверхности и свободного стекания избыточной воды. Грунтовые воды в этом случае не оказывают влияния на влажность почвы. Наименьшая влагоемкость зависит от гранулометрического состава, плотности и пористости почвы. Она соответствует количеству капиллярно-подвешенной воды.

Полной влагоемкостью (ПВ) называют такое состояние влажности почвы, когда все поры заполнены водой. Полная влагоемкость наблюдается над водоупорными горизонтами, на которых находятся грунтовые воды. В условиях полного насыщения почвы водой отсутствует аэрация, что затрудняет дыхание корней растений.

Наименьшая (полевая) влагоемкость — это количество влаги, которое сохраняется в почве (или грунте) при отсутствии капиллярного подтока после стекания избыточной гравитационной воды. Это максимальное количество воды, удерживаемое почвой в естественных условиях при отсутствии испарения и притока воды извне. Влагоемкость почвы зависит от механического, химического, минералогического состава почвы, ее плотности, пористости.

Аэрация, водопроницаемость, влагоемкость и другие водно-физические свойства почвы являются важными почвенными характеристиками, влияющими на плодородие почвы, ее хозяйственную ценность.

5.2 Задание 1 – Определение водопроницаемости почв

Ход работы. *В полевых условиях* для определения водопроницаемости в почву на глубину от 5 до 10 см вдавливают металлический или деревянный каркас

размером 25*25 см. Вокруг каркаса врезают другой, но побольше, площадью 50*50см. Почву у стенок каркасов тщательно уплотняют. Внутри каждого каркаса устанавливают линейку для контроля за уровнем воды. Расход воды учитывают по внутреннему каркасу, внешний играет защитную роль. Напор воды должен равняться 5 см.

Приливаемую воду учитывают через 3, 5, 10, 30 мин и каждый последующий час через 30 минут. В жаркую погоду делают поправку на испарение воды. Для этого рядом с площадкой ставят сосуд с водой. По испарению воды с его поверхности, отмечаемому каждый час и рассчитанному на единицу площади, вносят поправку в показатели водопроницаемости почвы. Перед определением водопроницаемости берут образец почвы на влажность.

В лабораторных условиях для определения водопроницаемости в почве, берут заранее отобранный монолит почвы, помещенный в пластиковый цилиндр. Поместим образец на стеклянную емкость. Цилиндр с почвой заливаем водой, напор воды должен равняться 5 см. Приливаем воду также через 3, 5, 10, 30 мин и каждый последующий час через 30 минут. Результаты записываем в таблицу 5.4. Прежде чем приступить по выполнению работы необходимо взвесить образец на весах и результаты записать в таблице 5.3.

При каждом отсчете поглощенной воды коэффициент водопроницаемости определяют по формуле 5.1:

$$K_t = \frac{10 \cdot Q}{S \cdot T}, \quad (5.1)$$

где Q – количество впитавшейся воды, см³ (1 мл=1 см³);

10 – коэффициент пересчета воды см³ в мм;

S – площадь учётной площадки, см²;

T – время опыта, мин. полученные результаты приводят к температуре воды 10 °С;

K_t – коэффициент водопроницаемости при данной температуре, мм/мин.

Полученные данные представляют в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты определения коэффициента водопроницаемости почвы

Время опыта, мин	Q , мл	K_t , мм/мин	K_{10} , мм/мин
3	82	5,44	7,130
5	110	2,189	2,189
10	226	1,499	0,937
30	10	0,398	0,468

Полученные результаты приводят к температуре воды 10 °С по формуле 5.2:

$$K_{10} = \frac{K_t}{(0,7 + (0,03 \cdot t))}, \quad (5.2)$$

где K_{10} - коэффициент водопроницаемости при температуре воды 10 °С, мм/мин;

K_t - коэффициент водопроницаемости при данной температуре, мм/мин;

t - температура воды, °С.

По полученным данным строят график водопроницаемости почвы, рисунок 5.1. На оси абсцисс откладывают время опыта, а на оси ординат – значения коэффициента водопроницаемости, приведенные к температуре 10 °С.

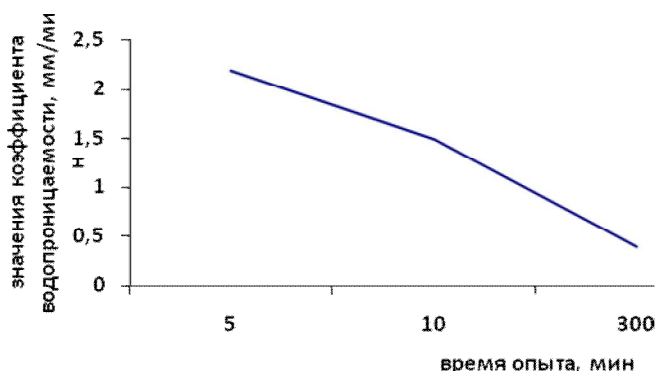


Рисунок 5.1 – График водопроницаемости

5.3 Задание 2 - Определение полной влагоемкости почвы

Ход работы. После определения коэффициента фильтрации цилиндр с монолитом почвы в лаборатории взвешивают. Результаты записывают в таблицу 5.3 и рассчитывают влажность при полной влагоемкости почвы по формуле 5.3.

$$B = \frac{m_B \cdot 100}{P}, \quad (5.3)$$

где B – влажность почвы при полной влагоемкости, %;

m_B - вес воды, г, рассчитывается по формуле 5.4;

P - масса сухой почвы, г, рассчитывается по формуле 4.5.

$$m_B = m_1 - m_0, \quad (5.4)$$

где m_0 - вес цилиндра с монолитом почвы до определения коэффициента фильтрации, г;

m_1 - вес цилиндр с монолитом почвы после определения коэффициента фильтрации, г.

Таблица 5.3 – Результаты определения полной влагоемкости почвы.

Глубина, см	Повторность	№ цилиндра	m_0 , Г	m_1 , Г	m_B , Г	B , %	Средняя влажность, %

5.4 Задание 3 - Определение наименьшей (полевая) влагоемкости почвы

Наименьшая (полевая) влажность определяется весовым методом и выражается в % к массе абсолютно сухой почвы.

После определения полной влагоемкости цилиндр с почвой ставят в эксикатор на влажную фильтровальную бумагу и взвешивают через 3, 5, 7 дней. Результаты записывают в таблицу 5.4. Фильтровальная бумага в эксикаторе поддерживается во влажном состоянии.

Таблица 5.4 - Определение полевой (наименьшей) влажности почвы.

Количество дней	Вес монолита, г
3	
5	
7	

5.5 Вопросы для самопроверки

1. Обосновать потребность растений в воде.
2. Дать определение влагоемкости почвы.
3. Дать определение максимальная адсорбционная влагоемкость (МАВ).
4. Дать определение максимальная гигроскопичность (МГ).
5. Дать определение влажность устойчивого завядания растений (ВЗ).
6. Дать определение наименьшая (полевая) влагоемкость почвы (НВ).
7. Дать определение полная влагоемкость (ПВ).
8. Дать определение водопроницаемость почвы.
9. Дать определение водоподъемная способность почвы.
10. Из каких процессов складывается поступление влаги в почву.
11. Дать определение фильтрационная способность почвы.
12. Дать определение капиллярной влагоемкости.
13. Дать определение наименьшая (полевая) влагоемкость.
14. От чего зависит влагоемкость почвы.
15. Как определить водопроницаемость почвы.
16. Как рассчитать водопроницаемость почвы.
17. Как построить график водопроницаемость почв.
18. Как определить полную влагоемкость почвы.
19. Как определить наименьшую (полевую) влагоемкость почвы.

6 Лабораторная работа 3 Определение содержания в почве

гумуса

Цель работы: овладение методикой определения гумуса в почве.

Материалы и оборудование: электроплитка, бюретки, воронки стеклянные диаметром 3,5 см, капельницы лабораторные стеклянные, колбы конические плоскодонные из термостойкого стекла емкостью 250 мл, вода дистиллированная, хромовая смесь 0,4н., 0,2%-ного раствора фенилантраиловой кислоты, соль Мора (0,2 н.).

6.1 Методика отбора проб для определения химических показателей почв

Определение содержания в почве гумуса проводится по методу Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-91.

Почвы, находящиеся на антропогенно освоенных территориях, испытывают мощное воздействие техногенного пресса. На фоне антропогенного воздействия происходит изменение не только физических свойств (порозности, объемного веса), но и резко изменяются химические свойства почв. В этой связи ценную информацию о состоянии почв, а значит и природной среды в целом, могут дать химические методы, широко используемые как при анализе не нарушенных, так и при исследовании антропогенно преобразованных почв.

Подготовка почвы к химическому анализу. Образец почвы весом 600 г размещают на листе чистой оберточной или пергаментной бумаги и удаляют из него корни, включения и новообразования. Дернину тщательно отряхивают от комочков почвы.

Крупные комки почвы разламывают руками или раздробляют в фарфоровой ступке пестиком с резиновым наконечником до небольших комков, диаметром 5-7 мм (примерно до величины отдельностей мелкоореховатой структуры). Цель такого измельчения - получить более однородный образец и иметь возможность тщательно перемешать его при взятии средней пробы.

Поскольку средняя проба должна характеризовать все свойства исследуемой

почвы, на подготовку образца к взятию этой пробы следует обращать особое внимание.

Среднюю пробу лучше брать квартованием. Для этого измельченный дроблением образец после перемешивания располагают на бумаге в виде квадрата или прямоугольника и делят диагоналями (шпателем или линейкой) на четыре равные части (рисунок 6.1, а).

Две противоположные части (1 и 3) высыпают в картонную коробку для хранения на случай повторных или дополнительных определений. В коробку следует положить также этикетку образца и, кроме того, вторую этикетку наклеить на стенку коробки.

Из оставшейся на бумаге почвы в первую очередь берут лабораторную пробу для подготовки к определению гумуса и азота (рисунок 6.1, ж). Пробу берут до растирания почвы в ступке, так как при растирании остатки корней измельчаются настолько, что выбрать их из пробы невозможно, поэтому результаты анализа получаются завышенными.

Лабораторная проба на определение гумуса и азота. Наиболее крупные комки почвы раздавливают в фарфоровой ступке до агрегатов не больше 3-5 мм в диаметре и смешивают на листе бумаги с более мелкими частицами почвы. Почву тщательно перемешивают и распределяют по листу ровным слоем толщиной 0,5 см в виде квадрата или прямоугольника.

Квадрат или прямоугольник делят горизонтальными и вертикальными линиями (шпателем или линейкой) на небольшие квадраты или прямоугольники площадью 3х3 см или 3 х4 см (рисунок 6.1, б). Из каждого квадрата или через один берут ложкой или шпателем небольшое количество почвы, захватывая ее на всю глубину слоя.

Для определения гумуса требуется от 0,2 до 0,5 г. почвы. Если за один прием не удастся набрать это количество, почву перемешивают, снова делят на квадраты и опять берут пробу. Взятую пробу помещают на стекло с подложенной под него бумагой (для фона), тщательно отбирают корешки (под лупой), раздавливая комочки

почвы пинцетом (рисунок 6.1, в). При анализе почвы, взятой из дернового горизонта, где корешков особенно много, при отборе их иногда пользуются наэлектризованной стеклянной палочкой.

После отбора корешков почву просеивают через сито с отверстиями диаметром 0,25 мм (рисунок 6.1, е), что позволяет получить однородный образец почвы, обеспечивающий воспроизводимость повторных определений. Минеральные частицы почвы, остающиеся на сите (если диаметр их меньше 1 мм), растирают в ступке и присоединяют к той части почвы, которая прошла через сито. Пробу тщательно перемешивают и хранят в пакетике из бумажной кальки или пергаменты с обозначением номера разреза и глубины горизонта (рисунок 6.1, ж).

Оставшуюся часть средней пробы (после взятия из нее лабораторной пробы на определение гумуса и азота) по частям растирают в фарфоровой ступке пестиком с каучуковым наконечником (рисунок 6.1, г). Пользоваться фарфоровым пестиком без такого наконечника не полагается, так как им можно растереть обломки пород и минералов. Растирание почвы в ступке производится по возможности раздавливанием. Измельченный образец просеивают через сито (рисунок 6.1, д).

Сито состоит из крышки, которая защищает почву от распыления в момент просеивания, ситовой части, содержащей сетку с отверстиями диаметром в 1 мм, и поддона, служащего приемником просеянной почвы. Просеивание следует проводить при сборе всех частей сита. Открывать сито полагается спустя 1-2 мин. после просеивания, чтобы дать пыли осесть и не потерять самую активную часть почвы - илистую фракцию. Цель просеивания - отделение мелкозема от скелета почвы. То, что остается на сите (если это не хрящ или гравий, а агрегаты почвы), снова высыпают в фарфоровую ступку, измельчают, как указано выше, и снова просеивают. Попеременное измельчение и просеивание проводят до тех пор, пока все агрегаты почвы не будут разрушены, а на сите останутся лишь частицы скелета, которые выбрасывают или взвешивают после промывания водой и, высушивания, если требуется знать процентное содержание скелета в почве (что обычно делают при определении механического состава почвы).

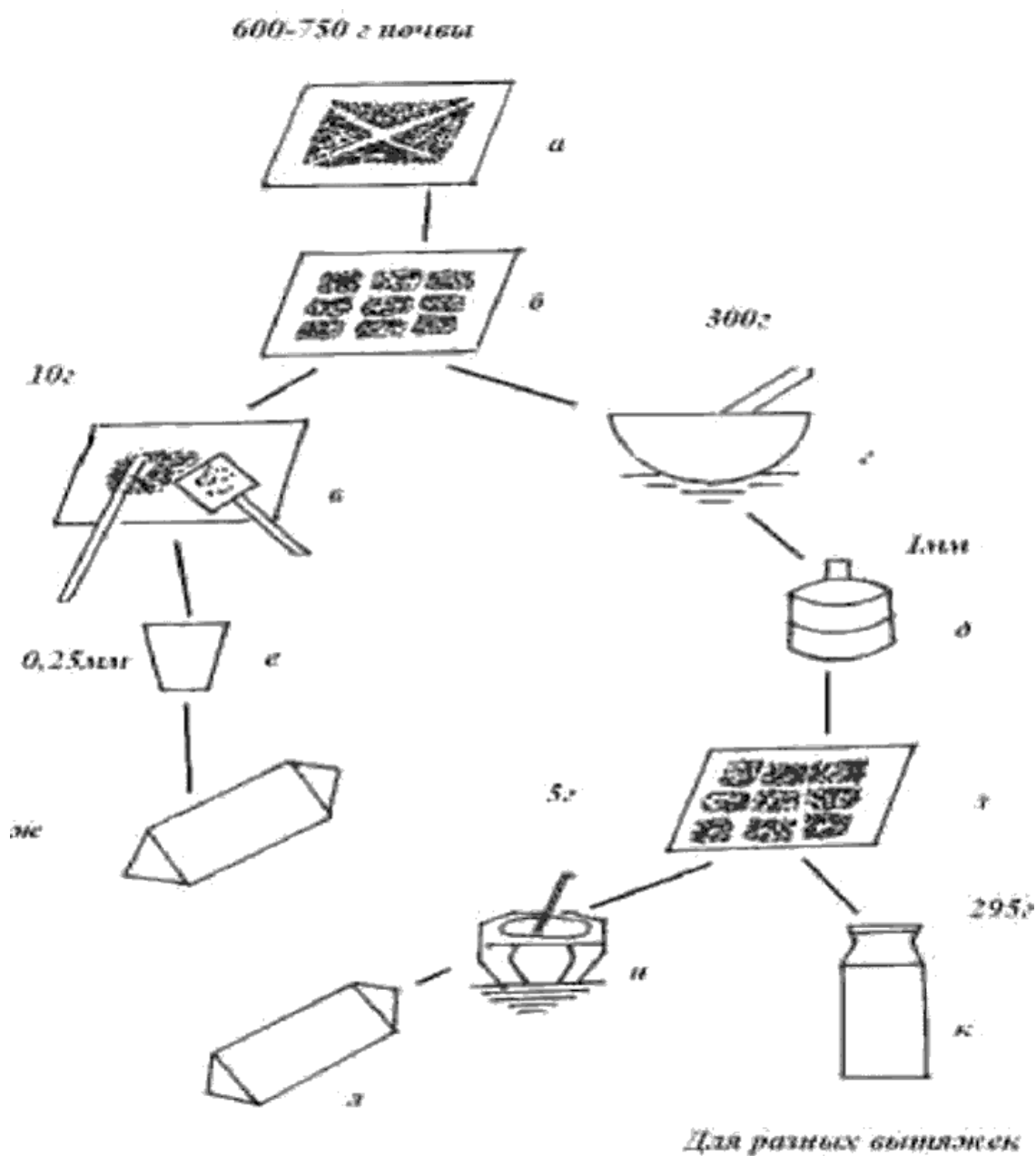


Рисунок 6.1 - Схема подготовки почвы к химическому анализу

Для химического анализа почвы используют только мелкозем. Остаток почвы помещают в банку с притертой пробкой, коробку или пакет, где хранится просеянная почва (не забыть положить в банку или коробку этикетку образца и сделать на ней соответствующую наклейку). Просеянную почву хранят в банках с притертой пробкой, картонных коробках или бумажных пакетах. Следует иметь в виду, что при

высыпанию почвы происходит разделение частиц по их удельному весу. На дно банки или коробки больше попадает тяжелых частиц, а легкие располагаются сверху, поэтому перед взятием навески образец необходимо хорошо перемешать. Количество почвы, подготовленной к химическому анализу, зависит от количества определений и величины навесок. Вес пробы на отдельное определение должен в 2-3 раза превышать анализируемую навеску (для повторных или контрольных анализов). Для анализа больше всего требуется почвы, пропущенной через сито с отверстиями диаметром в 1 мм, что видно из нижеследующего перечня определений для химической характеристики подзолистых почв, таблица 6.1.

Органическое вещество - под органическим веществом следует понимать растительные остатки, находящиеся в грунте в виде неразложившихся механических включений, и продукты их разложения и преобразования — аморфные гумифицированные органические вещества. Растительные остатки - неразложившиеся механические включения растений. Гумус - сложный агрегат темноокрашенных аморфных продуктов преимущественно биохимического разложения отмерших остатков организмов.

Таблица 6.1 - Вес пробы почвы, используемой в химических анализах

Наименование определений	Вес пробы (г)
Обменные основания	20
pH солевой вытяжки	50
Гидролитическая кислотность	100
Усвояемый калий	50
Усвояемый фосфор	25

6.2 Методика определения содержания гумуса в почве

Органический углерод - углерод, входящий в состав органических соединений. Оксидометрический метод - определение содержания органического углерода методом окисления двуххромовокислым калием.

Как известно, в состав гумуса входят 3 группы органических соединений:

1) вещества исходных органических остатков (белки, углеводы, лигнин, жиры

и т. д.);

2) промежуточные продукты их превращения (аминокислоты, оксикислоты, фенолы, моносахариды и т. д.);

3) гумусовые вещества.

Прямых методов определения общего количества гумуса в почве нет. Косвенным приемом определения общего количества гумуса является вычисление содержания его по количеству углерода в почве. Предполагая, что среднее содержание углерода в гумусе равно 58 %, общее количество его в почве можно вычислить путем умножения процентного содержания углерода в почве на коэффициент 1,724. Этот коэффициент является условным и дает лишь приблизительное представление об общем количестве гумуса, приближающемся к истинному лишь в почвах, богатых гуминовыми кислотами. Из отдельных элементов, входящих в состав органического вещества почвы, можно определить С, N и H.

Все методы определения гумуса по углероду так же делятся на прямые и косвенные. Прямые методы основаны на учете CO_2 , выделяющегося при сжигании органического вещества почвы путем прокаливании (сухое сжигание) или окисления гумуса смесью хромовой и серной кислот (мокрое сжигание). Прямые методы наиболее точны, но требуют для анализа много времени. Из прямых методов определения гумуса мокрым сжиганием наиболее распространенным является метод Кнопа. Косвенные методы определения гумуса основаны на учете кислорода, необходимого для его окисления, и исходят из предположения, что при окислении весь кислород расходуется только на окисление углерода. Применяя титрованный раствор окислителя, можно по расходу последнего вычислить количество углерода в почве. Этот метод дает точное количество углерода лишь в том случае, если в гумусе отношение по массе H : O равно 1 : 8 и весь кислород окислителя расходуется на окисление углерода. Для большинства северных почв этот метод дает несколько повышенные результаты, так как отношение H : O в гумусе этих почв больше 8. В южных почвах, где степень внутренней окисленности гумуса выше, мы получаем

пониженные результаты.

Из косвенных методов определения гумуса наибольшим распространением пользуется метод И. В. Тюрина.

Ход определения. Величина навески должна быть от 0,05 до 1 г в зависимости от предполагаемого содержания гумуса в соответствии с таблицей 6.2 .

Пробу грунта следует взвесить на листочке кальки. Вес пробы определить по разности между весом кальки с пробой и весом после пересыпания пробы в коническую колбу емкостью 250 мл. Погрешность взвешивания должна быть в пределах $\pm 0,0002$ г. К навеске грунта с помощью бюретки надлежит добавить 10 мл хромовой смеси (0,4 н раствор двуххромовокислого калия в разбавленной 1 : 1 серной кислоте). Раствор из бюретки спускают от нулевого деления по каплям (медленно) с соблюдением одинакового интервала времени при параллельных испытаниях.

Таблица 6.2 – Зависимость величины навески от содержание гумуса в почве.

Окраска сухого грунта	Содержание гумуса, %	Величина навески, г
Очень черная или темно-коричневая	10-15	0,05-0,1
Черная или коричневая	7-10	0,1-0,15
Темно-серая	4-7	0,15-0,2
Серая	2-4	0,2-0,6
Светло-серая	1-2	0,5-1
Белесая	Менее 1	1,0

Содержимое в колбе следует осторожно перемешивать круговыми движениями колбы. Колбы необходимо закрыть воронками диаметром 3,5 см для охлаждения водяных паров и поставить на горячую электроплитку с закрытой спиралью.

Кипячение раствора следует продолжать 5 мин (без выделения пара из воронки); оно должно быть еле заметным, т. е. выделение пузырьков углекислоты, образующихся от окисления органических веществ грунта, должно быть обильным, при этом пузырьки должны быть немного больше макового зерна. Отсчет времени кипячения производят с момента появления первого относительно крупного пузырька газа.

В процессе кипячения окраска раствора должна изменяться из оранжевой в буровато-коричневую. Если появляется зеленая окраска, что говорит о полном израсходовании хромовой кислоты и возможном недостатке ее на окисление гумуса, опыт следует повторить, уменьшив навеску грунта.

По окончании кипячения колбу следует снять с плитки, обмыть воронку небольшим количеством воды, дать колбе охладиться до комнатной температуры и провести титрование.

Титрование избытка хромовой смеси следует проводить в присутствии фенилантраниловой кислоты ($C_6H_5NHC_6H_4COOH$). Перед титрованием необходимо обмыть горло колбы из промывалки дистиллированной водой (количество воды не должно превышать 20 мл), прибавить 5—6 капель 0,2%-ного раствора фенилантраниловой кислоты и титровать раствором соли Мора (0,2 н.) до перехода окраски в зеленую. Раствор соли Мора под конец титрования следует приливать по каплям, все время перемешивая раствор энергичным взбалтыванием.

Параллельно с исследуемыми пробами надлежит провести опыт без грунта для установления соотношения между растворами хромовой смеси и соли Мора. В две конические колбы емкостью 250 мл следует налить 10 мл хромовой смеси, для равномерности кипения прибавить на кончике тонкого шпателя примерно 0,2 г растертой в порошок прокаленной пемзы (использовать для этой цели песок не допускается) и содержимое в колбах кипятить 5 мин.

После охлаждения прокипяченную хромовую смесь следует титровать 0,2 н раствором соли Мора и определить среднее из двух опытов количество соли Мора, израсходованное на титрование 10 мл хромовой смеси.

6.3 Обработка результатов

Количество органического углерода $C_{орг}$ в процентах на сухую навеску грунта следует вычислить по формуле 6.1

$$C_{орг} = \frac{(a - b) \cdot n \cdot 0,003}{z} \cdot 100, \quad (6.1)$$

где а — количество раствора соли Мора, израсходованное на титрование 10 мл хромовой смеси в «опыте с пемзой», мл;

б — количество соли Мора, израсходованное на титрование избытка хромовой смеси в опыте с грунтом, мл;

н — нормальность раствора соли Мора, устанавливаемая по ее титрованию раствором перманганата (0,2 н.);

0,003 — величина 1 мгс.-экв. углерода*;

z — навеска сухого грунта, г.

* Грамм — эквивалент углерода $\frac{12,01}{4} = 3$, где 1 мгс. — экв. углерода будет равен 0,003 г.

Вычисляют содержание гумуса из расчета, что в его составе содержится в среднем 58 % органического углерода (1 г углерода соответствует 1,724г гумуса) следует вычислять по формуле 6.2

$$гумус(\%) = C(\%) \cdot 1,724, \quad (6.2)$$

Результаты сравнивают с данными таблицы 6.3.

Таблица 6.3 - Группировка почв лесных питомников таёжной зоны по обеспеченности гумусом (шкала Ленинградского НИИ лесного хозяйства)

Гумус, % по Тюрину	Степень обеспеченности
≤ 1	Крайне бедные
1,01 - 2,0	Бедные
2,01 - 3,0	Недостаточно обеспеченные
3,01 - 4,0	Средне обеспеченные
≥ 4,0	Хорошо обеспеченные

6.4 Математическая обработка результатов исследования

Любые экспериментальные данные должны быть подвергнуты математической обработке, что позволит судить об их достоверности. Вычисляют среднее арифметическое значение экспериментальных данных x_n , полученных при анализе параллельных проб. Затем находят среднее квадратичное отклонение для n определений по формуле 6.3:

$$S_n = \sqrt{\frac{(x_n - x_1)^2 + (x_n - x_2)^2 + (x_n - x_3)^2}{n - 1}} \quad (6.3)$$

Полученную величину отклонения S_n используют для вычисления абсолютной и относительной погрешности анализа с заданной степенью надежности ($\alpha = 0,95$) по формуле 6.4:

$$E_a = \frac{t_{\alpha n} S_n}{\sqrt{n}} \quad (6.4)$$

где $t_{\alpha n}$ - коэффициент распределения Стьюдента, который определяют по таблице 6.4 для $\alpha = 0,95$ и числа определений n без промахов.

Таблица 6.4 - Коэффициенты Стьюдента при $\alpha = 0,95$

Количество параллельных измерений (n)	Коэффициенты Стьюдента $t_{\alpha n}$
2	12,706
3	4,303
4	3,182
5	2,776
6	2,446
7	2,365
8	2,306
9	2,262

Относительная погрешность рассчитывается по формуле 6.5:

$$E_o = \frac{E_a 100}{x_n}, \quad (6.5)$$

6.5 Вопросы для самопроверки

1. Дать определение:

- органическое вещество;
- растительные остатки;
- гумус;
- органический углерод;
- оксидометрический метод.

2. Что входит в состав гумуса?

3. Метод определения гумуса

4. Подготовка почвы к химическому анализу

5. Как определить вес пробы для анализа?

6. Ход анализа по определению органического углерода?

7. Как рассчитать количество гумуса в почве?

7 Лабораторная работа 4 Определения нитратного азота в почве

Цель работы: научиться определять содержание подвижного нитратного азота в почве.

Материалы и оборудование: конические колбы на 250 мл, фарфоровые чашки на 50 мл, мерные колбы на 50 мл, дисульфобензоевая кислота, 10 % раствор NaOH, нитрат калия (ч.д.а.), фильтровальная бумага, фотоколориметр, лакмусовая бумажка, аналитические и технические весы, водяная баня, ротатор.

7.1 Значение азота для растений, содержание и превращение его в почве

Азоту принадлежит ведущая роль в повышении урожая сельскохозяйственных культур. Огромное значение азотных удобрений в увеличении урожайности сельскохозяйственных культур обуславливается исключительно важной ролью азота в жизни растений.

Азот входит в состав белков, являющихся главной составной частью цитоплазмы и ядра клеток, в состав нуклеиновых кислот, хлорофилла, ферментов, большинства витаминов и других органических азотистых соединений, которые играют важную роль в процессах обмена веществ в растении.

Основным источником азота для растений являются соли азотной кислоты (NO_3^-) и соли аммония. В естественных условиях питание растений азотом происходит путем потребления ими аниона NO_3^- и катиона NH_4^+ , находящихся в почвенном растворе и в обменно-поглощенном почвенными коллоидами состоянии.

Поступившие в растения минеральные формы азота проходят сложный цикл превращения, в конечном итоге включаясь в состав органических азотистых соединений - аминокислот, амидов и, наконец, белка. Синтез органических азотистых соединений происходит через аммиак, образованием его завершается и их распад.

Нитратный азот не может непосредственно использоваться растениями для синтеза аминокислот. Нитратный азот в растениях подвергаются сначала ступенчатому - через нитрит, гипонитрит и гидроксилламин - ферментативному восстановлению до аммиака:



нитрит → нитрат → гипонитрат → гидроксилламин → аммиак

Восстановление нитратного азота происходит с участием ферментов, содержащих микроэлементы - молибден, медь, железо и марганец, - и требует затрат энергии, аккумулируемой в растениях при фотосинтезе и окислении углеводов. Восстановление нитратного азота в растениях осуществляется по мере использования образующегося аммиака на синтез органических азотистых соединений.

Нитратный азот безвреден для растений и может накапливаться в их тканях в значительных количествах. Однако содержание нитратного азота в сельскохозяйственной продукции (кормах и овощах) выше определенного предела может оказывать токсическое действие на организм животных и человека.

Условия азотного питания оказывают большое влияние на рост и развитие растений. При достаточном снабжении растений азотом в них усиливается синтез органических азотистых веществ. Растения образуют мощные листья и стебли с интенсивно-зеленой окраской, хорошо растут и кустятся; улучшается формирование и развитие органов плодоношения.

В результате резко повышаются урожай и содержание белка в нем. Однако при одностороннем избытке азота задерживается созревание растений, они образуют большую вегетативную массу, но мало зерна или клубней и корнеплодов; у зерновых и льна избыток азота может вызывать полегание.

При недостатке азота рост растений резко замедляется, листья бывают мелкие, бледно-зеленой окраски, что связано с нарушением синтеза хлорофилла, преждевременно желтеют, стебли становятся тонкими и слабо ветвятся.

Ухудшаются также формирование и развитие репродуктивных органов и налив зерна, сильно снижаются урожай и содержание белка в нем.

Основное количество азота (до 90 % общего содержания) находится в семенах в составе белка. Растительные белки содержат азота от 14 % до 18 %.

Наиболее богаты азотом семена бобовых и масличных культур, меньше его в зерне злаков. В вегетативных органах растений азота значительно меньше, чем в семенах. Так, в зерне пшеницы содержание азота составляет от 2,3 % до 3,5 % сухого вещества, а в соломе - от 0,4 % до 0,7 %.

Из вегетативных органов азотом богаче листья, особенно молодые, меньше его в стеблях и корнях. В листьях и стеблях растений, а также в корнеплодах и клубнях доля небелкового азота может быть значительной. Например, в листовых овощах, корнях сахарной, кормовой свеклы и моркови, клубнях картофеля небелковые соединения азота в момент достижения товарной спелости составляют половину общего количества этого элемента.

Растения для формирования хорошего урожая выносят из почвы большое количество азота: зерновые около 100-150 кг, кукуруза, картофель, сахарная свекла - до 150-250 кг с 1 га.

Содержание азота в почвах зависит от количества в них гумуса. В черноземах общее содержание азота достигает - 0,5 %, а в дерново-подзолистых почвах и сероземах - только 0,05-0,1 5%. Общий запас азота в пахотном слое разных почв колеблется от 1500 до 15 000 кг на 1 га.

Основная масса почвенного азота (до 99 %) находится в виде органических соединений (белковых и гумусовых веществ), недоступных для питания растений. Скорость минерализации органических соединений азота почвенными микроорганизмами до аммиака и нитратов зависит от условий аэрации, влажности, температуры и реакции почвы.

Поэтому количество минеральных соединений азота в почвах сильно колеблется - от следов до 2-3 % общего содержания азота. Разложение азотистых органических веществ в почве в общем виде может быть представлено следующей

схемой: гуминовые вещества, белки > аминокислоты, амиды > аммиак > нитриты > нитраты > молекулярный азот.

Распад органических азотосодержащих веществ почвы до аммиака называется **аммонификацией**. Этот процесс осуществляется многочисленными аэробными и анаэробными почвенными микроорганизмами и происходит во всех почвах при разной реакции среды, но замедляется в анаэробных условиях и при сильноокислой и щелочной реакциях.

Аммонийный азот в почве подвергается нитрификации - окислению до нитритного азота, а затем нитратного азота. Этот процесс осуществляется группой специфических аэробных бактерий, для которых окисление аммиака является источником энергии.

Оптимальные условия для нитрификации - хорошая аэрация, влажность почвы от 60 % до 70 % капиллярной влагоемкости, температура от 25 °С до 32 °С и близкая к нейтральной реакция. Интенсивная нитрификация - один из признаков культурного состояния почвы.

На кислых подзолистых почвах в условиях плохой аэрации, избыточной влажности и низкой температуры процессы минерализации протекают слабо и останавливаются на стадии образования аммония. Нитрификация из-за неблагоприятных условий для деятельности нитрифицирующих бактерий бывает подавлена и происходит медленно.

На окультуренных, хорошо обработанных почвах процессы аммонификации и нитрификации идут интенсивнее, больше образуется минеральных соединений азота, особенно нитратного азота.

Известкование кислых почв, систематическое внесение органических и минеральных удобрений, усиливая микробиологическую деятельность в почве, резко повышают интенсивность минерализации органического вещества и образования усвояемых соединений азота.

7.2 Методика определения нитратного азота в почве

Принцип метода. Нитратный азот присутствует в почве в виде водорастворимых солей. Для извлечения их применяют водные или солевые вытяжки. Нитратный азот в почвенных вытяжках определяют колориметрическим или объемным методами. Колориметрический метод с использованием дисульфифеноловой кислоты был предложен Грандваль-Ляжу [1]. Метод основан на взаимодействии нитратного азота с дисульфифеноловой кислотой ($C_6H_3OH(HSO_3)_2$). При подщелачивании смеси раствор приобретает желтую окраску, по интенсивности которой судят о содержании нитратного азота в почве. Метод позволяет определять не менее 0,02 мг NO_3 в 100 мл раствора.

Ход анализа. Навеску 20 г воздушно-сухой почвы помещают в колбу емкостью 250 мл, туда же наливают 100 мл дистиллированной воды. Содержимое колбы взбалтывают 3 минуты и затем фильтруют через плотный складчатый фильтр. Пипеткой берут 25 мл фильтрата в зависимости от предполагаемого содержания в почве нитратного азота, помещают в небольшую фарфоровую чашку и на водяной бане выпаривают досуха.

В охлажденную чашку по каплям из пипетки добавляют 1 мл дисульфифеноловой кислоты ($C_6H_3OH(HSO_3)_2$), стараясь смочить находящийся на стенке и дне чашки сухой остаток. Остаток тщательно растирают с кислотой оплавленным концом стеклянной палочки.

Чашку оставляют в покое на 10 минут. Затем в нее добавляют пипеткой 25 мл дистиллированной воды, смесь перемешивают стеклянной палочкой и доводят до щелочной реакции, прибавляя раствор едкой щелочи (проба с лакмусовой бумажкой). При этом в присутствии нитратного азота жидкость окрашивается в желтый цвет.

Жидкость должна приобрести устойчивую желтую окраску, а лакмусовая бумажка посинеть, тогда прекращают добавление щелочи. Окрашенный раствор с помощью воронки переносят в мерную колбу на 100 мл. Чашку и палочку обмывают водой из промывалки. Эту воду добавляют в мерную колбу. Колбу закрывают пробкой и хорошо перемешивают. Определяют оптическую плотность раствора на

фотоколориметре. По таблице 7.1 находят содержание нитратного азота в испытуемом растворе. Расчет результата анализа содержания нитратного азота (X) по формуле 7.1:

$$X = aV \frac{100}{bc} \quad (7.1)$$

где X – содержание нитратного азота в почве, мг/100г;

a - содержание NO₃ в 50 мл, найденное по таблице 10, мг;

V - общее количество воды, взятое для приготовления вытяжки, мл (100 мл);

b - объем испытуемого раствора, взятый для определения, мл (25 мл);

c - навеска почвы, г (20 г);

100 - коэффициент для пересчета на 100 г почвы;

Таблица 7.1 – Содержание нитратного азота в 50 мл

Оптическая плотность	Содержание NO ₃ , мг/50 мл
0,119	0,004
0,121	0,010
0,130	0,020
0,182	0,040
0,192	0,060

7.3 Вопросы для самопроверки

1. Значение азота для растений.
2. Питание растений азотом.
3. Восстановление нитратного азота до аммиака в растениях.
4. Влияние условий азотного питания на урожай.
5. Содержание азота в растениях.
6. Содержание азота в почве.
7. Разложение азотистых органических веществ в почве.
8. Нитрофикация аммонийного азота в почве.

9. Принцип метода определения нитратного азота в почве.
10. Ход анализа при определении нитратного азота в почве.
11. Расчет результатов анализа.

8 Лабораторная работа 5 Определение подвижного фосфора в почве

Цель работы: научиться определять содержание подвижного фосфора в почве.

Материалы и оборудование: конические колбы на 250 мл, мерные колбы на 50 мл, фильтровальная бумага, фотоэлектроколориметр, аналитические и технические весы, 0,2 моль/л раствор HCl, 2,5%-ного раствора молибденовокислого аммония ($\text{Mo}_7\text{O}_{24}\cdot 6(\text{NH}_4)\cdot 4(\text{H}_2\text{O})$), раствор хлористого олова (SnCl_4).

8.1 Общие понятия

Общее количество фосфора в почвах колеблется от 0,01% до 0,2 %. Большая часть органических и минеральных соединений фосфора, находящихся в почве, нерастворима в воде и недоступна для растений. В практике сельского хозяйства под названием «подвижные соединения фосфора» понимают те почвенные фосфаты, которые растворяются в воде и слабых кислотах и могут усваиваться растениями.

Подвижные фосфаты извлекают из почвы растворами слабых кислот, щелочей некоторых солей (хлористый калий, углекислый алюминий и др.). Подбор растворителя и методика извлечения фосфатов зависят от особенностей почвы: состава находящихся в ней фосфорных соединений, поглонительной способности почвы. Поэтому для каждого типа или группы сходных типов почв разработан свой метод извлечения и определения подвижных фосфорных соединений.

На дерново-подзолистых почвах широко применяется метод, при котором подвижные фосфаты извлекаются из почвы 0,2 н. раствором соляной кислоты и определяются по методу Кирсанова или колориметрированием по методу Дениже.

Для определения содержания подвижных фосфатов в карбонатных почвах рекомендуется метод Мачигина, при котором фосфаты извлекаются 1%-ным раствором углекислого аммония. Колориметрирование проводят методом Дениже в модификации Цинцадзе или одним из других вариантов этого метода.

8.2 Методика определения подвижных форм фосфора по методу А. Т. Кирсанова (ГОСТ 26207-91)

Принцип метода. Этим методом определяются подвижный фосфор, который переходит в раствор при обработке почвы 0,2 моль/л HCl. Раствор этот извлекает из почвы фосфаты кальция, большую часть фосфатов железа и алюминия, но не затрагивает органических соединений фосфора. Метод пригоден для некарбонатных почв.

Ход анализа. На технохимических весах отвешивают 5 г воздушно-сухой почвы, пропущенной через сито с отверстиями 1 мм, помещают в колбу и обрабатывают 25 мл 0,2 моль/л раствора HCl. Колбу встряхивают в течение 1 мин. и оставляют в покое на 15 мин., после чего содержимое фильтруют через небольшой складчатый фильтр. Фосфор в растворе определяют колориметрически с использованием молибденовокислого аммония.

Метод определения содержания подвижных соединений фосфора основан на образовании комплексной фосфорномолибденовой кислоты $((\text{NH}_4)\text{PO}_4 \cdot 11\text{MoO}_3 + 6\text{H}_2\text{O})$ при взаимодействии молибденовокислого аммония $(\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 6(\text{NH}_4) \cdot 4(\text{H}_2\text{O}))$ с фосфором. Фосфорномолибденовая кислота восстанавливается оловом в солянокислой среде до окислов молибдена, окрашенных в голубой цвет.

Из фильтрата берут пипеткой 10 мл в мерную колбу вместимостью 50 мл, разбавляют дистиллированной водой до 40-45 мл, приливают пипеткой 2 мл 2,5%-ного раствора молибденовокислого аммония $(\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 6(\text{NH}_4) \cdot 4(\text{H}_2\text{O}))$, тщательно перемешивают и вносят 3 капли раствора хлористого олова. Содержимое колбы доводят до метки и вновь тщательно перемешивают. Через 5-10 мин. приступают к колориметрированию.

Количество P_2O_5 в миллиграммах на 100 г сухой почвы определяют по калибровочной кривой, а затем проводят расчет по формуле 8.1:

$$X = aV \frac{100K}{bc} \quad (8.1)$$

где X содержание подвижного фосфора в почве, мг/100г;

a - содержание P_2O_5 в испытуемом растворе, найденное по калибровочной кривой, мг;

V - общий объем фильтрата, мл;

K - коэффициент пересчета на сухую почву;

b - объем фильтрата, взятый для анализа, мл (10 мл);

c - навеска почвы, г (5 г).

8.3 Вопросы для самопроверки

1. Какие соединения фосфора находятся в почве?
2. Подвижные соединения фосфора – что под этим понимают?
3. Чем извлекают подвижные фосфаты из почвы?
4. От чего зависит подбор растворителя?
5. Чем извлекают фосфаты на дерноваподзолистых почвах?
6. Какой метод используется на карбонатных почвах?
7. Принцип метода определения подвижного фосфора по методу А.Т. Кирсанова.
8. Ход анализа по методу А.Т. Кирсанова.
9. Как определяют количество ?
10. Каким методом проводится колориметрирование?

Список использованных источников

- 1 Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв / под. ред. канд. физ.-мат. Наук С.Г. Малахова – Москва: Московское отделение гидрометеоиздата, 1984.
- 2 Гамм, Т. Рационализация использования промышленных сточных вод / Т. Гамм, А.. Гамм //Экологическое обоснование водоотведения на предприятиях добывающей и перерабатывающей промышленности. Saarbrucken: Schalturgedienst Lange o.H.G., Berlin, 2011. – 364 с.
- 3 Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2010 году / под ред. К.П. Костюченко – Оренбург : [б.и.], 2001.- 241 с.
- 4 Качинский, Н. А. Физика почв в 2 ч. : / Н. А. Качинский. – М. : Высш. шк., 1970. - Ч. 2. - 339 с.
- 5 СанПиН 2.1.7.573-96 Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. Утверждены Постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 31 октября 1996 г. N 46. Электрон. текстовые дан. Режим доступа: <http://www.ecobest.ru/snip/folder-sanpin/list-sanpin2-1-7-573-96.html>.
- 6 Шеин Е.В. Полевые и лабораторные методы исследования физических свойств почв : / под ред. Е.В.Шеина. - М.: Изд-во Моск.ун-та, 2001 - 132 с.