Всероссийский конкур «Юннат»
Номинация «Агрономия»

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение Вологодского муниципального района
«Огарковская средняя школа имени М.Г. Лобытова»

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования Вологодского муниципального района
«Центр развития образования»

Опытническо-исследовательская работа

Повышение плодородия почв на пришкольном учебно-опытном участке в контексте агрофизики

Автор: Тесаловская Дарья Евгеньевна,
обучающаяся10 класса

Научный руководитель:
Ботина Вера Александровна,
канд. пед. наук, учитель физики.

Вологодская область

п. Огарково

2019

Содержание

Введение……..…...3
1.Общая характеристика исследуемого объекта…… ….5
2. Основные физические свойства почвы, характеризующие ее состояние…… ….5
3. Полевые исследования почвы пришкольного участка…….….6
3.1. Определение количества органических веществ в почве…….…...6
3.2. Гранулометрический состав твердой фазы почв……..…6
3.3. Отбор пробы почвы с пришкольного участка …….…...7
4. Лабораторные исследования физических свойств состава почвы пришкольного участка…….……..7
4.1. Определение гранулометрического состава почв пришкольного участка..7
4.2.Водопрочность почвы……..8
4.3.Влажность почвы……..9
4.4.Влагоемкость и аэрация почвы……..11
4.5.Водопроницаемость почвы……13
4.6.Водоподъемная способность почвы……..14
5. Пути и способы повышения плодородия почвы для каждого отдела пришкольного учебно-опытного участка……15
6.Выводы……..17
Заключение……..18
Список литературы……19
Приложения……20
Приложение 1. Исследование гранулометрического состава почвы «мокрым» методом……20
Приложение 2. Отбор почвы для лабораторного исследования методом конвертирования……20
Приложение 3. Просеивание для разделения почвенных зерен на фракции по крупностям……..21
Приложение 4. Определение водопрочности почвенных гранул……..21
Приложение 5. Определение влагоемкости почвы……22
Приложение 6. Рисунок установки для изучения водопроницаемость почвы..22
Приложение 7. Исследование водоподъёмности почвы……22
Акт выполненных работ……23

Введение

Почва… В словаре Д.Н. Ушакова даётся такое определение этого слова: «верхний слой земной коры, в котором развивается растительная жизнь» [17]. На самом деле – это ценнейшее достояние народа, всей планеты. Почвенный покров используется людьми с древних времён, и как объект труда, и предмет сельскохозяйственного производства. В конечном счете, всё, что растёт на земле, использует человек. Для всех нас важно, чтобы земля приносила максимальную пользу, чтобы труд, который мы вкладываем в обработку почвы для выращивания растений - будущих продуктов питания, был ненапрасным.

Основоположник научного почвоведения - выдающийся русский ученый профессор В.В. Докучаев (1846-1903). Он исследовал и классифицировал почвы России, рассматривал способы рационального использования и сохранения их плодородия. Его основной труд «Русский чернозем» получил широкое распространение не только в нашей стране, но и за рубежом [15]. Еще одним ярким представителем ученых-почвоведов был П.А. Костычев (1845-1895). Он первым указал, что плодородие почвы зависит не только от химических процессов, происходящих в почве, но и от физических и биологических ее свойств [12]. Большое значение для развития науки о почве имеют исследования А.А. Измаильского, В.И. Вернадского, Г.Н. Высоцкого, К.А. Глинки, П.С. Коссовича, С.С. Неустроева, Н.М. Сибирцева. В послевоенные годы в нашей стране также активно велось изучение физико-химических свойств почвы (Н.И. Горбунов, Н.Г. Зырин, А.Н. Соколовский и др.), проводились агрофизические и мелиоративные исследования (Н.А. Качинский, В.А. Ковда) [3;1].

Основываясь на знании и опыте великих ученых, юные последователи изучения плодородия почв успешно ведут новые разработки в области сельского хозяйства, в том числе и в Вологодской области.

Следует отметить, что Вологодская область расположена на севере Европейской части Российской Федерации. Площадь 144 527 км². Климат умеренно-континентальный с продолжительной холодной зимой и относительно коротким теплым летом. Период с положительными температурами составляет130-210 дней в году. Вегетационный период (выше + 5^{0}С) - 110-130 дней. Среднегодовая сумма осадков намного больше величины испаряемости. Снежный покров устанавливается около 17 ноября, тает примерно 18 апреля. В рельефе преобладает равнина сложенная суглинками.

В целом плодородие большинства почв области низкое. Среднее содержание гумуса в почве составляет 2,5 %. Больше половины пахотных почв отличаются высокой степенью кислотностью, многие подвержены эрозии, переувлажнены.

Сельхоз угодья занимают 10% территории, в их структуре 57% пашни. Выращиваются: овес, лен-долгунец, капуста, картофель, морковь, лук, кормовые ячмень, овес, рожь, пшеница, многолетние и однолетние травы.

Вологодский район расположен в южной части Вологодской области. Площадь территории 4552 км². Климатические условия позволяют заниматься земледелием сравнительно продуктивно, хотя почвы имеют низкое естественное

плодородие, и ощущается недостаток тепла в течение вегетационного периода (150-161 дней). Заморозки на почве возможны в течение всего лета. Средняя глубина промерзания почвы по району 48-72 см [14].

Поселок Огарково расположен в центральной части Вологодского района в 11 километрах от областного центра.

Приказом Министерства Просвещения Российской Федерации от 18 декабря 2018 года № 318 Огарковской средней школе присвоен статус федеральной инновационной площадки с «Инновационным проектом дополнительного образования «Школа агробизнес-образования имени М.Г. Лобытова» [13].

Ученики разных классов получили возможность встретиться с руководителями и специалистами сельхозпредприятий, посетить фермы-роботы, принять участие в мероприятиях высших учебных заведений Вологодской области, расширить свои знания и практические навыки в растениеводстве, животноводстве, сыроварении, а также попробовать себя в роли исследователей свойств воды, удобрений, почвы. По теме инновационной площадки в 1-11 классах школы развернулась внеклассная работа по программам дополнительного образования.

В 10-11 классах организованы занятия по агрофизике, большая часть которых отведена на полевые и лабораторные исследования физических свойств почвы. Руководит работой кружка учитель физики кандидат педагогических наук В.А. Ботина, консультирует и помогает в отборе проб и в изготовлении недостающего оборудования агроном В.А. Ботин.

На территории школы имеется достаточно большой учебно-опытный участок, где выращивают овощи и картофель, используемые для приготовления школьных обедов. К сожалению, урожайность возделываемых культур за последние три года существенно снизилась. Поэтому повышения плодородия почвы на пришкольном учебно-опытном участке является **актуальным.**

Для решения данной **задачи** по заказу администрации школы мы решили выполнить исследовательскую работу, **целью** которой является определение путей и способов повышения плодородия почвы на пришкольном учебно-опытном участке в контексте агрофизики.

Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Провести исследования физических свойств состава почвы пришкольного участка.
2. Выяснить, какие физические свойства характеризуют состояние почвы и могут быть причиной ее низкого плодородия.
3. Предложить доступные пути и способы повышения плодородия почвы на пришкольном участке.

Объект исследования: физические свойства почвы.

Предмет исследования: состояние почвы на различных отделах пришкольного участка (полевого, биологического, овощного).

Методы исследования: анализ теоретической литературы, документов; наблюдения; беседы; полевые и лабораторные исследования почвы.

Практическая значимость: результаты исследования и реализация на практике предложенных на их основе путей и способов повышения плодородия почвы помогут повысить урожайность сельскохозяйственных культур, выращиваемых на пришкольных учебно-опытных участках школ Северо-Запада России.

1. Общая характеристика исследуемого объекта

В качестве объекта для исследования почвы нами был выбран учебно-опытный участок МБОУ ВМР «Огарковская средняя школа имени М.Г. Лобытова» площадью 0,4 га, который находится на территории школы и состоит из трёх частей. На учебно-опытном участке школы организованы отделы: полевых, овощных и биологических культур, где выращиваются овощи и фрукты для нужд школы. Имеется теплица, овощехранилище.

Рядом с участком нет каких-либо предприятий и проезжей части. Обучающимися школы ежегодно осуществляется уборка территории от мусора.

В целом, такие факторы, как отсутствие поблизости загрязняющих предприятий, удаленность от автотрасс, регулярная уборка территории благоприятно влияют на состав и свойства почвы учебно-опытного участка школы.

2. Основные физические свойства почвы, характеризующие ее состояние

К физическим свойствам почвы относятся структура, водные, воздушные, тепловые, общие физические и физико-механические свойства [3].

Физические свойства и процессы, протекающие в почве, во многом определяют направленность почвообразовательного процесса, условия для роста и развития растений. Наиболее тесный контакт физика почв имеет с земледелием и мелиорацией, задачей которых является временное или коренное улучшение, главным образом, физических свойств почвы для практических целей. Физические свойства учитываются при разработке агротехнических приемов.

Оптимальные физические свойства и режимы (водный, воздушный, тепловой) обеспечивают максимальный урожай растений при полной обеспеченности почвы элементами питания.

В настоящее время изучению физических свойств почвы уделяется большое внимание. Полевые исследования дополняются лабораторными, позволяющими определить гранулометрический состав, влажность, плотность, порозность, водопроницаемость, водопрочность, водоподъемность и другие свойства почвы.

Изучив различные источники по данной теме, мы ознакомились с методиками исследования физических свойств почв А.Г. Бондарева, А.Д. Воронина, К.К. Гедройца, Н.А. Качинского, М.С. Кузнецова, М. М. Филатова, Е. В. Шеина и др. [1; 3; 18].

На основе изученных методик и были проведены исследования физических свойств состава почвы пришкольного участка.

3. Полевые исследования почвы пришкольного участка

3.1. Определение количества органических веществ в почве

Самыми несложными действиями в исследовании почвы является определение количества в ней органических веществ. Это можно сделать даже без особого оборудования, достаточно оценить ее цвет.

В основном богаты органическими веществами почвы темной окраски (ближе к чёрному цвету), окраску придаёт гумус. На пришкольном участке земля имеет не очень тёмный коричневый окрас, значит содержание биологически активных минеральных веществ и микроорганизмов в ней недостаточно.

Как выяснилось из беседы с заведующим участком, органические удобрения не применялись здесь более трех лет. Если после уборки урожая не вносить на земельный участок достаточное количество гумуса, это сказывается на дальнейшей жизни почвы, круговорот химических элементов в почве нарушается, а плодородие уменьшается [9].

3.2. Гранулометрический состав твердой фазы почв

Твердая фаза минеральных почв и почвообразующих пород состоит из частиц различного размера, которые называются механическими элементами или гранулами.

В почве механические элементы могут находиться в раздельно частичном состоянии в виде совокупности индивидуальных зерен или гранул, как в песках и супесях. В суглинках и глинах, под действием различных факторов, механические элементы соединены в агрегаты.

От гранулометрического состава зависят водопроницаемость, водоудерживающая и водоподъемная способности почв, потенциальный резерв элементов минерального питания, структурное состояние и поглотительная способность, твердость и удельное сопротивление почвы при обработке.

В полевых условиях мы определили гранулометрический состав по внешним признакам и на ощупь «сухим» и «мокрым» методами.

«Сухой» метод применяется для определения механического состава почвы по ощущениям при тщательном растирании на ладони сухого комочка почвы. Глинистые почвы в сухом состоянии с трудом растираются между пальцами, но в растертом состоянии ощущается однородный тонкий порошок. Суглинистые почвы при растирании дают тонкий порошок, в котором прощупывается небольшое количество песка. Песчаные почвы состоят только из песчаных зерен с небольшой примесью пылеватых и глинистых частиц. Пылеватые почвы при растирании дают ощущение мягкости или «бархатистости»; песчанистые — жесткости, шероховатости; пылевато-песчанистые — мягкости, но и явного присутствия песчинок. При растирании сухой почвы мы получили тонкий порошок и ощутили на ладони некоторое количество песчаных частиц. Из чего сделали предварительный вывод, что почвы пришкольного участка являются суглинистыми.

Применение «Мокрого» метода предусматривает следующие действия:

образец растертой почвы увлажняют до тестообразного состояния для придания ей наибольшей пластичности; затем пробуют на ладони скатать шарик и из него шнур толщиной около 3мм; получившийся шнур пробуют свернуть в кольцо диаметром 2-3см. В зависимости от механического состава почвы показатели «мокрого» анализа будут различны. Пески не образуют шнура; супеси дают зачатки шнура; у легких суглинков шнур образуется, но распадается на дольки; средние суглинки дают сплошной шнур, но при свертывании в кольцо он разламывается на дольки; тяжелый суглинок — шнур образуется сплошной, но при свертывании в кольцо трескается; глины дают сплошной шнур, который свертывается в кольцо, не растрескиваясь [10].

Мокрый метод применялся нами на почвенном разрезе, устроенном на краю полевого отдела пришкольного участка. Образцы почвы брали по всей глубине разреза через каждые 10 см. Наглядно результаты нашего исследования представлены в приложении 1. По виду получившегося шнура первой и второй проб определили, что поверхностный слой почвы пришкольного участка можно отнести к легким суглинкам. На глубине т 30- 60см расположены средние суглинки, ниже (80-90см) идут тяжелые суглинки и глины.

3.3. Отбор пробы почвы с пришкольного участка

Для лабораторных исследований было необходимо подготовить несколько проб почвы. Из различных мест учебно-опытного участка взято 16 проб приблизительно по 200г. почвы. Методом конвертирования отобрали опытный образец массой примерно 500г. При этом из точек контролируемого элементарного участка (или каждой рабочей пробоотборной площадки) брали пять образцов почвы. Точки были расположены так, чтобы мысленно соединенные прямыми линиями, давали рисунок запечатанного конверта [1].

Данную почву мы разложили по стаканчикам и просушили в течение недели для дальнейшей работы с ней (См. Приложение 2).

4. Лабораторные исследования физических свойств состава почвы пришкольного участка

4.1. Определение гранулометрического состава почв пришкольного участка

Учитывая важность гранулометрического состава почвы для ее плодородия, мы решили провести дальнейшие исследования в условиях школьной лаборатории методом «сухого» агрегатного анализа (См. Приложение 3). Этот метод дает возможность классифицировать частицы по крупности. Данные по величине фракции показывают, какие частицы содержатся в данном диапазоне размеров, которым ограничена фракция. Размеры фракций оценивались по таблице Н.А. Качинского [8;9;10].

Для определения величины зерен почвы применяют набор сит Кноппа, расположенных одно над другим и имеющим отверстия диаметром 10, 7, 5, 3, 2, 1, 0,5, 0,25 мм.

В верхнее сито, имеющее наибольшие размеры отверстий, насыпают 100 г воздушно-сухой почвы и просеивают последовательно через весь набор.

После просеивания почвы каждую порцию взвешивают, и результат выражают в процентах. По результатам определяют соотношение всех частиц разного размера, механический состав и тип почвы. По методике Н.А. Качинского размеры агрегатов определяют, исходя из того, что на ситах № 1, 2, 3 собираются частицы диаметром более 3 мм (камни, гравий); на ситах № 4, 5 – частицы диаметром 1 - 3 мм (крупный песок); на ситах № 6, 7 – частицы диаметром 0,25 - 1 мм (средний песок); на дно набора попадает мелкий песок и пыль.

При наличии шести сит с разными диаметрами ячеи (от 7мм до 0,25 мм), мы просеяли все взятые образцы. В ситах остались агрегаты. За 100% была принята каждая проба, и по результатам исследования было определено, сколько процентов каждого вида агрегатов в среднем по отделам находилось в опытных образцах (см. таблицу 1).

Таблица 1

Массовая доля фракций в результате сухого просеивания, %

Отделы пришкольного участка	**Размеры агрегатов, мм**					
	7	**5**	**3**	**1**	**0,5**	**0, 25**
Полевой	62,3	4,1	12,2	10,9	8,7	1
Овощной	75	4	7,4	6	4.7	2,9
Биологический	51	5,8	14,4	12,6	5,8	6,4

Как показывают данные таблицы 1, в каждом образце почвы оказалось более 60% агрегатов размером >3мм. Однако прежде чем делать вывод о виде почв, необходимо выяснить истинные это гранулы или ложные, иными словами, определить водопрочность почвы.

4.2.Водопрочность почвы

Большое значение для характеристики почвы имеет водопрочность - «способность почвы противостоять разрушающему действию воды» [19, с.18]. Структурные комочки могут разваливаться или сохраняться, что зависит от наличия в почве перегноя, соединений кальция и магния, гидроксидов алюминия железа и др. Чем плодороднее почва, тем водопрочнее структура, тем лучше водно-воздушный режим [1; 6; 16].

Для лабораторного исследования водопрочности почвы были взяты комочки, просеянные через сито с диаметром ячеек 5 мм. В чашку Петри была налита вода высотой 1 см. На дно чаши были выложены 10 агрегатов оставленные в воде в покое на 20 минут. По истечению времени каждый агрегат осторожно передвигался стеклянной палочкой, при этом все 10 агрегатов развалились. Наглядно результаты опыта представлены в приложении 4.

Исходя из полученных данных, следует, что водопрочность почвы пришкольного участка очень низкая, поэтому во время дождя большинство комочков могут рассыпаться, и почва из структурной превращается в бесструктурную.

Значит, гранулы или почвенные отдельности, полученные методом сухого просеивания, оказались ложными. И, действительно, на пришкольном участке мы не наблюдали признаков каменистости и песчаников. И, наоборот, наши выводы, сделанные на основе полевых исследований гранулометрического состава почвы и определения вида почвы суглинок, подтвердились.

Почвы, не имеющие водопрочной структуры, быстро заплывают, становятся непроницаемыми для воды и воздуха, переуплотняются, а при высыхании растрескиваются на крупные глыбы.

Для повышения водопрочности почвы нами предложено засеять часть площади участка многолетними травами или однолетними сельскохозяйственными растениями. Однако оструктуривающее воздействие многолетних трав выше. Они развивают более мощную корневую систему, более длительное время воздействуют на почву, оставляют в почве больше органического вещества (корней и послеукосной надземной массы), благоприятного по составу для деятельности микроорганизмов, образования гумуса.

Для уменьшения уплотнения почвы основной способ - внесение разрыхляющих материалов (обычно это опилки или песок). Песок можно вносить как весной, так и осенью, а опилки - желательно осенью, и перед использованием их полезно смочить раствором азотного удобрения, под осеннюю перекопку стоит вносить удобрения (навоз или компост). Объемы и пропорции подбираются в каждом конкретном случае, в зависимости от требований культур, которые планируется посадить, и особенностей почвы. Тогда земля будет наиболее благоприятна для выращивания растений.

Водопрочность – одно из многих известных в науке водных свойств почвы. Более доступными для нашего исследования, в плане имеющегося в школе оборудования, оказались следующие свойства: влажность, влагоемкость, аэрация, водопроницаемость и водоподъемная способность.

4.3.Влажность почвы

Влажность почвы - «безразмерная величина, характеризующая содержание в почве влаги» [19, с.17]. Наличие в почве достаточного количества влаги, необходимой для удовлетворения потребности в ней со стороны культурных растений, относится к одному из главнейших факторов урожайности этих растений. Необходимая для растений влага извлекается ими из почвы как в самой начальной стадии процесса набухания семян, так и во все последующие фазы их развития, достигая своего максимума для большинства растений около времени их цветения. За время созревания, с засыханием листьев у растений, потребление это сводится к минимуму.

Существуют различные характеристики влажности почвы.

Гигроскопическая влажность характеризует гигроскопичность почвы – «способность почвы, в силу присущей ей поверхностной энергии, сорбировать на поверхности своих частиц пары воды, содержащиеся в воздухе» [19, с.22].. Гигроскопическая вода удерживается на поверхности почвенных частиц очень высоким давлением, поэтому она неподвижна и называется прочносвязанной.

Количество воды, которое почва прочно удерживает, и которую не могут использовать растения, называют недоступной влагой ("мертвый запас воды").

Для растений очень важно, насколько хорошо удерживает почва полученную влагу и отдает ее корням. Наибольшее количество воды, которое может быть удержано почвой, характеризуется общей (или полной) влагоемкостью почвы. Она зависит от механического состава почвы, содержания в ней гумуса и от общей пористости [1;9;11].

В условиях школьной лаборатории ***влажность почвы*** была определена термовесовым методом**.**

Суть проделанной нами работы в следующем:

1) взвешены и пронумерованы пустые стаканчики;
2) взятые образцы насыщенной влагой почвы распределены по стаканчикам и взвешены снова;
3) через 5 дней взвешены стаканчики с сухой почвой;
4) влажность почвы вычислена по формуле:

$$B = \frac{A}{B} * 100$$

Где В – влажность, %;

А - масса испарившейся воды, г;

В – масса сухой почвы, г.

Результаты измерений и вычислений полевой влажности представлены нами в таблице 2.

Таблица 2

Результаты измерений и вычислений влажности почвы в отобранных пробах

Отдел	**№ Стаканчика**	**Масса пустого стаканчика**	**Масса стаканчика с насыщенной влагой почвой**	**Масса стаканчика с сухой почвой**	**ПВ %**
Полевой	1 П	39,5 г	242,5 г	191, 25 г	34
	2 П	35,5 г	224 г	177,2 г	33
	3 П	40 г	228 г	177, 85 г	36
	4 П	35 г	232 г	185,2 г	30
	5 П	41,5 г	240,5 г	196 г	31
	6 П	37,5 г	239 г	185 г	42
	7 П	40 г	240,5 г	191 г	33
	8 П	40 г	251 г	197,5 г	34
Биологический	1 Б	39 г	252, 5 г	196,8 г	35
	2 Б	35,5 г	206 г	155,2 г	42
	3 Б	39,5 г	244 г	195,6 г	32
	4 Б	39 г	247,5 г	198 г	31
	5 Б	36 г	239 г	192,2 г	30
Овощной	1 О	38,5 г	270 г	217 г	30
	2 О	35 г	270 г	217, 35 г	29
	3 О	40 г	292 г	242 г	25

Оптимальной влажностью для суглинистых почв считается 40-60%, а низкой 27%. Как явствует из таблицы 2, полевая влажность почвы исследуемых образцов невелика – в среднем по образцам составляет 33%.

4.4.Влагоемкость и аэрация почвы

Далее было проведено лабораторное исследование по определению полной и капиллярной влагоемкости.

«Влагоёмкость почвы - величина, количественно характеризующая способность почвы водоудерживающую» [19, с.15]. Различают влагоёмкость капиллярную и полную. Капиллярная влагоёмкость почвы соответствует тому количеству влаги, которое почва удерживает при заполнении водой капиллярных промежутков между почвенными частицами. Крупные промежутки при этом заполнены воздухом. Полная влагоёмкость соответствует тому количеству воды, которое удерживается в почве при заполнении всех промежутков между частицами почвы водой [1; 11].

Суть лабораторного исследования наглядно представлена в приложении 5.

Ход работы:

1) взвешивалась стеклянная трубка;
2) в трубку, обвязанную с одного конца отрезком бинта, насыпалась почва высотой 5 см;
3) взвешивалась трубка с сухой почвой;
4) трубка с почвой устанавливалась в стакан с водой так, чтобы толщина водного слоя была не больше 1 см и оставалась в таком состоянии до насыщения почвы влагой;
5) взвешивалась трубка с влажной почвой и высчитывалась капиллярная влагоемкость по формуле:

$$\text{КВ}(\%) = \frac{\text{Вес тр. с влажной почвой} - \text{вес тр. с сухой почвой}}{\text{Вес тр. с сухой почвой} - \text{вес пустой трубки}}$$

6) затем, трубка с влажной почвой снова устанавливалась в стакан с водой, но уровень воды повышается до уровня почвы в трубке;
7) когда на поверхности почвы появилась вода, трубка с мокрой почвой взвешивалась и высчитывалась полная влагоёмкость почвы по формуле:

$$\text{ПВ}\% = \frac{\text{Вес тр. с мокрой почвой} - \text{вес тр. с сухой почвой}}{\text{Вес тр. с сухой почвой} - \text{вес пустой трубки}}$$

8) степень аэрации определялась как разность полной и капиллярной влагоемкости.

Результаты проведенного лабораторного исследования представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты исследования влагоёмкости почвы пришкольного участка

Отдел	**Вес пустой трубки, г**	**Вес трубки с сухой почвой, г**	**Вес трубки с влажной почвой, г**	**КП, %**	**Вес трубки с мокрой почвой, г**	**ПВ, %**	**Степень аэрации, %**
Овощной	196, 2	219, 5	235	67	236, 5	73	6
Полевой	196, 2	220	237	71	238,5	78	7
Биологи ческий	196, 2	221	238	69	240	77	8

По данным таблицы видно, что у почвы пришкольного участка очень высокая влагоемкость (более 70%), из-за чего уменьшается её возможность обеспечивать корни растений воздухом и водой, замедляется процесс разложения органических веществ. По влагоемкости почвы, что очень важно, можно определить её аэрацию, или «дыхание почвы», так как большинство организмов, населяющих почву, корни растений, нуждаются в кислороде.

«Аэрация почвы - процесс, при котором происходит замещение почвенного воздуха воздухом приземного слоя атмосферы» [19, с.8]. Хорошая аэрация почвы – залог нормального развития растений. У почвы пришкольного участка аэрация составляет 6-8%, когда в норме должно быть 40%. Поэтому в почве участка слабый газообмен, существует опасность переуплотнения, может происходить застой влаги, что может привести к образованию патогенных грибов (плесени) [2].

Для сохранения здоровья растений необходимо провести несложные агротехнические мероприятия, направленные на улучшение аэрации почвы. Самое простое из них - это вспашка или перекопка верхнего слоя почвы.

Как правило, достаточно вспахать или вскопать почву на глубину 20 см. При закладке плодового сада проводят однократную вспашку на глубину 40-60 см. При образовании на поверхности почвы твердой корки, которая затрудняет поступление в почву влаги и воздуха, используют другие эффективные агротехнические приемы - рыхление и культивацию поверхностного слоя.

Для газонов используются такие приемы, как щелевание поверхности и аэрирование (прокалывание вилами). После проведения рыхления рекомендуется замульчировать поверхность почвы рыхлыми мульчирующими материалами (древесной щепой, дробленой корой, соломой, торфяной крошкой и проч.). Мульчирование всегда оказывает положительный эффект на физические свойства почвы.

Важно не допускать переуплотнения почвы, избыточного полива и застоя влаги на поверхности (мульчирование может сгладить негативное воздействие переполива). Необходимо также отметить, что проход тяжелой техники по участку, особенно по влажной почве, всегда приводит к переуплотнению и нарушению аэрации почвы.

4.5.Водопроницаемость почвы

Водопроницаемость - впитывание воды в почву при определенном напоре [19, с.8].

Впитывание воды – «способность не насыщенной влагой почвы поглощать воду, начальная стадия *инфильтрации*. Характеризуется скоростью впитывания [см/сут, мм/мин и др.], которая определяется как поток влаги в не насыщенную влагой почву под действием градиентов матричного и гравитационного давлений почвенной влаги, а также коэффициентом впитывания, который обычно приравнивают к скорости впитывания» [19, с.8].

Инфильтрация - «процесс проникновения воды в почве, оцениваемый, как количество воды, проникающее через единицу площади в единицу времени. Включает 2 этапа: (1) начальная инфильтрация (впитывание) воды в почву при естественной влажности и (2) фильтрация - движение воды в насыщенной влагой почве» [19, с.40].

Скорость впитывания и фильтрации зависит от механического состава почвы, от структурности и плотности почвы (объемной массы), от пористости и влажности почвы.

В лабораторных условиях скорость впитывания и фильтрации определяли в стеклянных трубках высотой 15–20 см, нижний конец которых обмотан марлей. Трубки заполнили почвой около 7 см, укрепили в штативе над воронкой, сверху приливали воду. Схема установки представлена в приложении 6.

Определить скорость впитывания несложно: достаточно дождаться пока через семисантиметровый слой почвы пройдет первая капля. Результаты наблюдений в ходе эксперимента представлены в таблице 4.

Таблица 4

Скорость впитывания

Название отдела	**Время первой капли**	**Время прохождения слоя 2 см**	**Количество в см3**	
			5 мин	**10 мин**
Биологический	10 с	1 мин 23 с	9, 5 см3	13 см3
Овощной	10 с	1 мин 30 с	10 см3	14 см3
Полевой	1 мин 57 с	1 мин 43 с	18 см3	19 см3

Результаты наблюдений, приведенные в данной таблице, дают возможность провести качественный сравнительный анализ исследуемых свойств по отделам пришкольного участка. Можно заметить, что наименьшая скорость впитывания у земли полевого отдела (первая капля появилась спустя почти две минуты, на других отделах после 10 с подачи воды). Чем ниже скорость впитывания, тем сложнее добраться воде до нижних слоев земли, и тем сложнее корням растений получить необходимое количество влаги [19, с.5] .

Лучший способ повышения водопроницаемости почвы – песок. Это хорошее разрыхляющее средство. В садоводстве рекомендуется использовать крупный природный песок. Очень полезен песок для глинистой и суглинистой почвы. Он значительно улучшает водопроницаемость и делает грунтовые смеси более лёгкими.

Скорость фильтрации определяли по прохождению воды через слой почвы за некоторое количество времени (для эксперимента было определено время 5 и 10

минут). Измерили количество воды, прошедшее через данное время и заметили, что когда вода проходит через структурную почву, то со временем скорость фильтрации замедляется, так как часть комочков разрушается.

Проницаемость грунтов зависит от большого числа факторов. Наиболее существенно на коэффициент фильтрации $k_ф$ влияют структурно-текстурные особенности грунта: гранулометрический состав, его однородность, форма и размер пор, ширина раскрытия трещин и т.п.

Определяли коэффициент фильтрации по таблице Н.Н. Маслова. Данная таблица показала, что у почв пришкольного участка коэффициент равен до 0,5 м/сут, это говорит о том, что данный тип почв слабопроницаемый для влаги. Следовательно, вода будет медленно поступать к корням растений [2; 4; 5;10;11].

Повышение скорости фильтрации может достигаться разными путями. Наиболее эффективным из них является орошение. На втором месте может быть поставлено дополнительное увлажнение почвы за счет перераспределения снега или талых вод. На третьем стоит группа мероприятий, имеющих своей целью не дополнительное увлажнение, а направленных на максимально продуктивное использование влаги атмосферных осадков, естественно поступающих на данную площадь. Это недопущение поверхностного стока или сноса снега, потребления влаги сорными растениями и всех видов подземного стока.

4.6.Водоподъемная способность почвы

Водоподъемность – «высота капиллярного подъема» [19, с.22] характеризует способность почвы поднимать воду из нижних горизонтов в верхние по капиллярам. Высота капиллярного поднятия жидкости зависит от диаметра капилляра и свойств жидкости.

Высота и скорость капиллярного поднятия воды в почве зависит от ряда факторов, главными из которых являются механический состав и структура. В структурных почвах капилляры очень крупные, но каждый структурный комочек внутри содержит мелкие капилляры, вода поднимается от комочка к комочку, поэтому уровень поднятия в структурных почвах выше, чем в песке [4,7].

Фотография экспериментальной установки представлены в приложении 7.

Суть исследования:

1) взяли три (по числу отделов участка) стеклянных трубки высотой 60см, диаметром 3см, закрыли дно трубок отрезками бинта;
2) насыпали в каждую трубку почти доверху почву;
3) налили в сосуды воду слоем 2 см. Поставили в каждый сосуд по одной трубке, (под трубки подкладывали по две спички для более хорошего доступа воды к почве);
4) Через каждые полчаса измеряли высоту уровня поднятия воды в трубке.

По ходу эксперимента была составлена таблица 5.

Таблица 5

Результаты исследования водоподъёмности почвы пришкольного участка

Отделы участка	**Время от начала кап. подн. воды**	**Высота поднятия воды, см**
Овощной		
1	30 мин	6, 5
2	1 ч	7, 4
3	1, 5 ч	8, 8
4	2 ч	11, 3
5	утром	17, 1
Полевой		
1	30 мин	6,6
2	1 ч	8
3	1, 5 ч	9,3
4	2 ч	10, 8
5	утром	17,5
Биологический		
1	30 мин	7
2	1 ч	8
3	1, 5 ч	8,9
4	2 ч	10,6
5	утром	16,3

Скорость и высота поднятия капиллярной воды взаимосвязаны. Самой низкой скоростью водоподъемности обладает почва биологического отдела. Подъем воды по капиллярам имеет очень большое значение в орошаемом земледелии.

Повысить водоподъемную способность почвы можно поддержанием в ней влаги, близкое к поверхности стояние грунтовых вод усиливает этот процесс. Косвенно на водоподъемную способность почвы оказывает влияние состояние атмосферы (относительная влажность, температура и ветер). Снижение относительной влажности, повышение температуры и наличие ветра, вызывающие иссушение верхнего слоя почвы, способствуют подъему воды из нижних горизонтов.

5. Пути и способы повышения плодородия почвы для каждого отдела пришкольного учебно-опытного участка

Анализ результатов проведенных нами исследований показал, что причинами понижения плодородия почвы учебно-опытного участка в аспекте агрофизики могут быть сформировавшиеся на данный момент неблагоприятные физические свойства почвы:

1) недостаток биологически активных минеральных веществ;
2) сильная уплотненность;
3) излишняя влагоемкость;
4) сильно пониженная аэрация;
5) низкая водопрочность;
6) слабая влагопроницаемость;
7) низкая скорость впитывания влаги.

Перечисленные выше факторы в той или иной мере характерны для всех трех отделов пришкольного участка, но наиболее выражены в полевом отделе.

Таким образом, для повышения плодородия почвы необходимо улучшать ее структуру и водные свойства. По каждому из отделов учебно-опытного участка школы в зависимости от результатов исследования физических свойств почвы определены пути и способы достижения этой цели. Свои предложения мы представили в виде таблицы 6.

Таблица 6

Пути и способы повышения плодородия почвы пришкольного участка

<table>
<tr><th>Свойство почвы</th><th>Полевой отдел</th><th>Биологический отдел</th><th>Овощной отдел</th></tr>
<tr><td>Гранулометрический состав</td><td>Внесение разрыхляющих материалов (песок, опилки)</td><td colspan="2">Осенняя перекопка, внесение навоза или компоста</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Влагоёмкость</td><td colspan="3">Вспашка, или перекопка верхнего слоя почвы</td></tr>
<tr><td>Рыхление, культивация поверхностного слоя</td><td>Щелевание и аэрирование</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="3">Замульчировать поверхность почвы рыхлыми мульчирующими веществами</td></tr>
<tr><td>Водопрочность</td><td>Посадка однолетних сельскохозяйственных растений</td><td>Посадка многолетних трав</td><td>Посадка однолетних сельскохозяйственных растений</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Водопроницаемость
а) Впитывание
б) Фильтрация</td><td rowspan="2">а) Внесение в почву песка
б) Орошение, перераспределение снега, или дополнительное увлажнение почвы</td><td colspan="2">а) Перекопка, или внесение в почву песка</td></tr>
<tr><td colspan="2">б) Орошение, перераспределение снега, или дополнительное увлажнение почвы</td></tr>
<tr><td>Водоподъемная способность</td><td>—</td><td>—</td><td>Поддержание в почве влаги</td></tr>
</table>

Кроме того, нами предложено внести изменения в севообороте на пришкольном участке. На суглинистой почве растут любые деревья. У них мощная корневая система, поэтому они легко прорастают сквозь плотные слои земли, достают на глубине влагу и питательные вещества. Поэтому на полевом отделе вместо картофеля можно посадить плодовые деревья (яблоню, грушу, вишню). Любые плодоносные кустарники (смородина, малина, ежевика) также отлично приживутся на глине.

Овощи чистую глину не любят. И, соответственно, не будут на ней расти. Для выращивания большинства овощей и зелени глинистую почву нужно обработать до рыхлой и легкой структуры. Как показывает наше исследование, на суглинистых почвах овощного и биологического отделов хорошо будут расти:

- ✓ картофель сортов «Фреско», «Брянский ранний», «Романо», «Аспия»;
- ✓ морковь – «Канада F1», «Марс F1», «Роте Ризен»;
- ✓ огурцы – «Феникс», «Сремский, «Примадонна» и «Буян»;
- ✓ кабачки – «Искандер», «Цукеша», «Кавили»;
- ✓ редис – «18 дней», «Нешенел», «Ризенбуттер»;
- ✓ патиссоны – «Диск», «Пятачок», «Чебурашка», «Фуэте»;
- ✓ тыквы: – «Россиянка», «Крошка», «Жемчужина», «Улыбка»;
- ✓ капуста: – «Июньская», «Московская зимняя», «Подарок», " Зимовка".

6. Выводы

В ходе выполнения исследовательской работы, целью которой было определение путей и способов повышения плодородия почвы на пришкольном учебно-опытном участке в контексте агрофизики, нам удалось решить все поставленные задачи:

1. Проведены полевые и лабораторные исследования основных физических свойств почвы пришкольного участка, в результате которых определены вид почвы и количественные показатели ее состояния в контексте агрофизики.

2. Выявлено, что причинами понижения плодородия почвы могли стать неблагоприятно сформировавшиеся на момент исследования некоторые ее физические свойства: сильная уплотненность, излишняя влагоемкость, пониженная аэрация, низкая водопрочность, слабая влагопроницаемость и низкая скорость впитывания влаги.

3. На основе результатов, полученных в ходе исследования, нами предложены доступные пути и способы повышения плодородия почвы на пришкольном участке: внесение разрыхляющих материалов, мульчирование, а также вспашка, рыхление, культивация поверхностного слоя земли, посадка плодовых деревьев, однолетних сельскохозяйственных растений и многолетних трав, перераспределение снежных покровов для сохранения доступной для растений влаги.

Заключение

В настоящем исследовании изучалось повышение плодородия почв на пришкольном учебно-опытном участке в контексте агрофизики.

В ходе работы были экспериментально определены характеристики некоторых известных физических свойств исследуемых почв. На основе полученных данных предложены пути и способы повышения их плодородия. Таким образом, заказ администрации школы на агрофизическое исследование почвы пришкольного участка выполнен, о чем составлен и подписан соответствующий акт.

Как показало данное исследование, для повышения плодородия почвы пришкольного учебно-опытного участка необходимо обогащение ее гумусом, внесение разрыхляющих материалов, мульчирование, а также вспашка, рыхление, культивация поверхностного слоя земли, посадка плодовых деревьев, однолетних сельскохозяйственных растений и многолетних трав.

В соответствии с нашими рекомендациями составлен план осенних и весенних полевых работ на участке, согласно которому, третьего июня 2019 года в день открытия агролагеря "Малая сельскохозяйственная академия" обучающимися Огарковской школы был заложен фруктовый сад. Всего высажено 30 вишен, 30 груш и 50 яблонь, полученных в рамках президентского гранта "Фруктовый сад 35". Активное участие в закладке сада приняли Генеральный директор АО "Племзавод Родина" Г.К. Шиловский и главные специалисты этого сельхозпредприятия. Мы благодарны партнерам за помощь в осуществлении наших планов.

За информационную поддержку нашего исследования благодарим участников рабочей группы по реализации инновационного проекта «Школа агробизнес-образования имени М.Г. Лобытова» Т.В. Лодкину, доктора педагогических наук, профессора, В.М. Горбачеву, директора МБУ ДО ВМР «Центр развития образования», Н.В. Мурзаеву, директора МБОУ ВМР «Огарковская средняя школа имени М.Г. Лобытова», В.А. Ботина, консультанта, агронома.

Проведенное исследование не претендует на полное освещение всех аспектов сложного процесса, каким является процесс изучения свойств почвы и повышение её плодородия, так как кроме физических свойств почвы есть ещё биологические и химические, которые также влияют на урожайность выращиваемых культур.

В дальнейшем хотелось бы продолжить изучать данную тему теперь уже в области агрохимии, так как проблемы плодородия земли остаются актуальными.

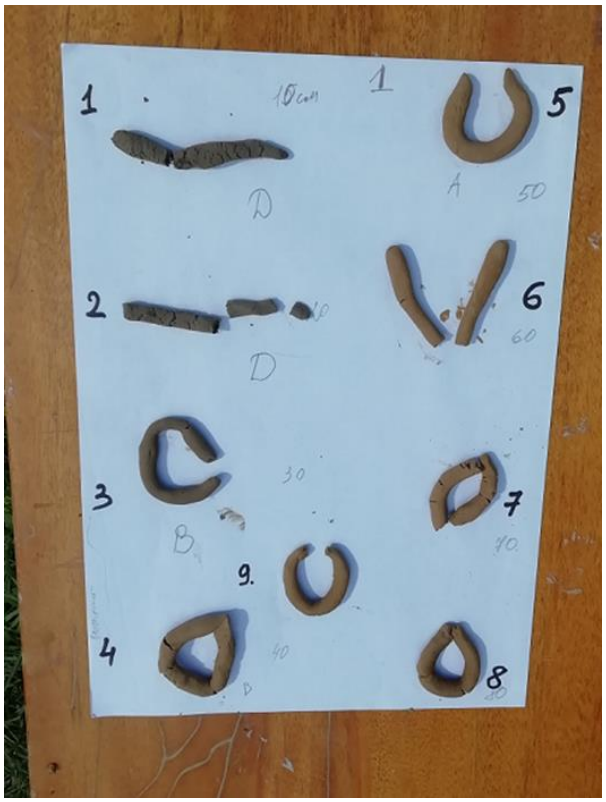
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Агрофизические и агрохимические методы исследования почв. учебно-методическое пособие / сост. В.И. Терпелец, В.Н. Слюсарев – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 65 с.
2.Аэрация почвы: полезные советы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://designbyhand.ru/1051-aeraciya-pochvy-poleznye-sovety.html (дата обращения 27.02.2019).
3.Введение в почвоведение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://bigarchive.ru/geography/pedology/2.phpushakovdictionary.ru/word.php?wordid=55438 (дата обращения 19.03.2019).
4.Водные свойства почв [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://studref.com/375363/agropromyshlennost/vodnye_svoystva_pochv (дата обращения 01.03.2019).
5.Водопроницаемость грунтов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Водопроницаемость_грунтов (дата обращения 11.04.2019).
6.Водопрочность – лёгкое дело [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://legkoe-delo.ru/remont-doma/stati/80679-vodoprochnost (дата обращения 10.04.2019).
7.Искусственное изменение водных свойств почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://racechrono.ru/vodnye-svoystva-pochv/4753-iskusstvennoe-izmenenie-vodnyh-svoystv-pochvy.html (дата обращения 19.03.2019).
8.Как узнать тип почвы, и зачем это нужно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: https://7dach.ru/MarinaGerasimenko/kak-uznat-tip-pochvy-i-zachem-eto-nuzhno-5390.html (дата обращения 12.03.2019).
9.Методы исследований в агрофизике: краткий курс лекций для аспирантов направления подготовки 35.06.01 «Сельское хозяйство» / Сост.: В.И. Губов//ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 66 с.
10.Полевые исследования свойств почв : учеб. пособие к полевой практике для студентов, обучающихся по направлению подготовки 021900 – почвоведение / М.А. Мазиров [и др.] ; Владим.гос. ун-т имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2012. – 72 с.
11. Порозность почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://racechrono.ru/vodnye-svoystva-pochv/4735-poroznost-pochvy.html (дата обращения 01.03.2019).
12. Почвы черноземной области России, их происхождение, состав и свойства [Текст] / П. А. Костычев; Под ред., с вводной статьей и прим. акад. А. Н. Соколовского. - Москва; Ленинград : Сельхозгиз, 1937 (Москва : 16 тип. треста "Полиграфкнига"). - Переплет, 239 с., 1 вкл. л. портр. : ил., портр.
13.Приказ Министерства просвещения Российской Федерации № 318 от 18.12.2018 г. «О федеральных инновационных площадках». – Режим доступа: URL:https://fip.kpmo.ru/storage/documents/318_18_12_2018.pdf (дата обращения 19.03.2019).
14.Регионы РФ Вологодская область [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: www.agrien/reg/Вологодская.html (дата обращения 27.03.2019).
15. Русский чернозем / В. В. Докучаев; Российская акад. наук, Российская акад. с.-х. наук, Санкт-Петербургский гос. ун-т, Центральный музей почвоведения им. В. В. Докучаева, Фонд сохранения и развития науч. наследия В. В. Докучаева. - Санкт-Петербург: Рус. коллекция, 2008. - 473, [6] с. : ил., табл.
16.Свойства почвы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://mse-online.ru/pochva/svojstva-pochvy.html (дата обращения 27.03.2019).
17.Толковый словарь русского языка: В 4 т./ Под ред. Проф. Д. Ушакова.- М.: ТЕРРА-Книжный клуб, 2007.- 752 с.
18-15.Шеин Е.В. Агрофизика/ Е.В. Шеин, В.М. Гончаров. – Ростов н/Д.: Феникс, 2006. – 400с.
19.Е.В.Шеин, Л.О.Карпачевский. Толковый словарь по физике почв М:- ГЕОС, 2003. - 126 с.

Приложения

Приложение 1

Исследование гранулометрического состава почвы «мокрым» методом



Скатанные жгуты из почвенных проб по глубине разреза

Почвенный разрез

Приложение 2

Отбор почвы для лабораторного исследования методом конвертирования

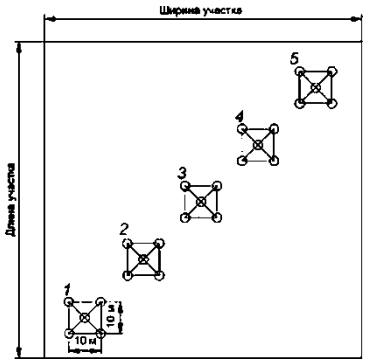


Схема отбора проб методом конвертов

Пробы почв, подготовленные к лабораторным исследованиям

Приложение 3

Просеивание для разделения почвенных зерен на фракции по крупностям

Приложение 4

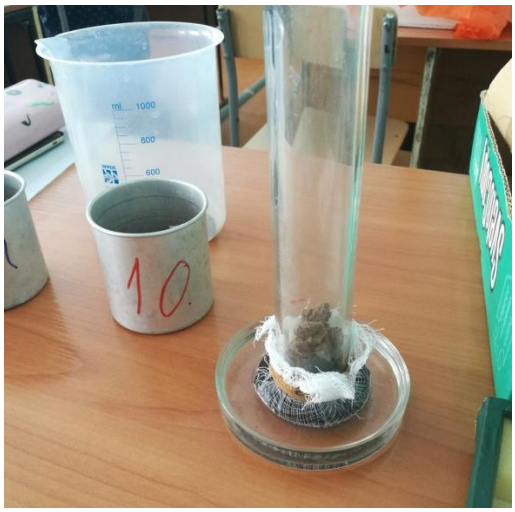
Определение водопрочности почвенных гранул

Вид через 5 минут наблюдения

Вид через 20 минут наблюдения

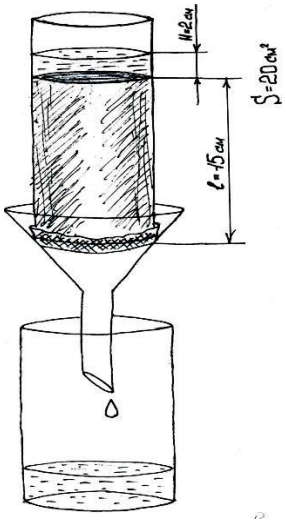
Приложение 5

Определение влагоемкости почвы



Приложение 6

Рисунок установки для изучения водопроницаемость почвы



Приложение 7

Исследование водоподъёмности почвы

Акт выполненных работ

п. Огарково 21 мая 2019г.

Акт составлен в том, что МБОУ ВМР «Огарковская средняя школа» «Заказчик» в лице директора Мурзаевой Наталии Владимировны принял, а «Исполняющий» в лице обучающейся 10 класса Тесаловской Дарьи Евгеньевны (руководитель учитель физики Ботина В.А.) выполнил работу по исследованию физических свойств почвы полевого, овощного и биологического отделов пришкольного учебно-опытного участка.

В ходе полевых и лабораторных исследований определены: гранулометрический состав твердой фазы почв, их влагоемкость и аэрация, водопрочность, водопроницаемость и водоподъемная способность. На основе результатов исследования по каждому отделу определены рекомендации по наиболее рациональному использованию земли и способы улучшения плодородия почвы.

Все вышеперечисленные работы считаются законченными, выполнены качественно в соответствии с действующими правилами и требованиями и заказчиком приняты.

Подписи сторон:

Заказчик: подпись

Директор МБОУ ВМР «Огарковская средняя школа»

Мурзаева Н.В.

Исполнитель:

Тесаловская Д.Е. подпись