

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ОБРАЗОВАНИЯ ЛУГАНСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Стахановский инженерно-педагогический институт менеджмента  
Кафедра технологии производства и охраны труда

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**к выполнению научно-исследовательской работы**  
**тему: «Расчет и осуществление мониторинга техносферной**  
**безопасности»**  
для студентов направления подготовки  
Профессиональное обучение (по отраслям),  
магистерская программа: «Безопасность технологических процессов и  
производств», «Горное дело. Подземная разработка пластовых  
месторождений».

**УДК 622.8. (075.8)**

*Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом  
ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет  
имени Владимира Даля»  
(протокол № \_\_\_ от \_\_\_\_\_ г.)*

Методические указания к научно-исследовательской работе для студентов направления подготовки «**Профессиональное обучение (по отраслям)**», обучающихся по магистерским программам «Безопасность технологических процессов и производств» и «Горное дело. Разработка месторождений полезных ископаемых». Тема: «**Расчет и осуществление мониторинга техносферной безопасности**». – Стаханов: ЛГУ им. В. Даля, 2022. – 76 с.

Содержит основные положения по статистической обработке результатов экспериментов в области горного дела и техносферной безопасности. Составлены в соответствии с учебным планом специальности. Приведены материалы по мониторингу среды при ликвидации неперспективных угольных шахт: мониторинг газовыделения, гидрогеологической и геохимической обстановки, исследования химических и физико-механических свойств горных пород, параметры обогащения на обогатительной фабрике; Изложены: методы исследования и обработки эксперимента, учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля). Разработана деловая игра как инструмент поиска управленческих решений. Методические указания предназначены для студентов инженерно-педагогических направлений образовательных организаций профессионального высшего образования.

Составитель:  
Ответственный за выпуск:  
Рецензент

доц. Черникова С.А.  
доц. Штанько Л.А.  
доц. Петров А.Г.

©Черникова С.А., 2022  
©ГОУ ВО ЛНР «ЛГУ им. В. ДАЛЯ», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1.КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ.....</b>	<b>6</b>
<b>1.1. СЛУЧАЙНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ И ФУНКЦИИ ИХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ</b>	<b>6</b>
<b>1.2 ПОСТАНОВКА ЦЕЛИ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ .....</b>	<b>9</b>
<b>1.4 РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>10</b>
<b>1.5 ВАРИАЦИОННЫЕ РЯДЫ. ДИСКРЕТНЫЕ И ИНТЕРВАЛЬНЫЕ РЯДЫ.....</b>	<b>11</b>
<b>3. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В МОНИТОРИНГЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 ИНТЕРВАЛЬНЫЕ РЯДЫ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШАХТНОЙ ВОДЫ. ....</b>	<b>16</b>
<b>3.2 РАСЧЁТ КОЭФФИЦИЕНТА КОРРЕЛЯЦИИ ПО ГАЗОВЫДЕЛЕНИЮ ШАХТ .....</b>	<b>19</b>
<b>3.3 ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИИ СОДЕРЖАНИЯ ГАЗОВ ИЗ ГОРЯЩИХ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ .....</b>	<b>24</b>
<b>3.4. ИССЛЕДОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОД.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.1. ПОКАЗАТЕЛИ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОТСЫПАННОЙ ПОРОДЫ.....</b>	<b>27</b>
<b>3.4.2. СОДЕРЖАНИЕ ПОЛЕЗНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ОТСЫПАННОЙ ПОРОДЫ.....</b>	<b>28</b>
<b>4. ДЕЛОВАЯ ИГРА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОИСКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ .....</b>	<b>30</b>
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ .....</b>	<b>37</b>

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы изменилась экономическая ситуация в стране и угольная отрасль оказалась одной из нерентабельных и экологически неблагоприятных.

Возникла необходимость в реструктуризации отрасли, в первую очередь в закрытии нерентабельных и выработавших свои запасы шахт, а также в реконструкции наиболее перспективных. Ранее закрытие старых шахт в Донбассе проводилось, но это был процесс постепенный. В настоящее время закрыты или закрываются шахты на больших территориях, например, в Стахановском регионе [1]:.

При закрытии выявился целый ряд проблем как геоэкологического, так и социального характера. оказывающие негативное влияние на окружающую среду. К геоэкологическим относятся такие проблемы, как:

- загрязнение подземных водоносных горизонтов и водозаборов;
- подтопление прилегающих территорий и деформации поверхности;
- неуправляемое выделение газов из горных выработок в атмосферу.
- накопленные в течение десятилетий огромные массы горной породы, водной и воздушной эрозией загрязняющей среду.

Систематизированных наблюдений за процессами, происходящими в горном массиве при его увлажнении, и за изменением гидрогеологического режима в примыкающем к ликвидируемой шахте или группе шахт, ранее не проводилось, что не позволило заранее спрогнозировать параметры затопления поверхности, выделение газа, активизацию процесса сдвижения поверхности пр.

На горном отводе ликвидируемой шахты остаются накопители твердых и жидких отходов производства: терриконы и шламонакопители, являющиеся также довольно серьезными источниками загрязнения подземных и поверхностных вод, атмосферного воздуха [2].

В целом правомерно определить продолжающуюся ликвидацию как негативный источник влияния на безопасность региона, в том числе на экологию, экономику и социальную сферу. Основная экологическая цель реструктуризации - обеспечить нормальные условия жизнедеятельности населения шахтерских территорий. Достижение этой цели предполагает решение следующих задач:

- выявление природных и техногенных факторов, определяющих характер и масштабы экологических последствий ликвидации шахт;
- оценка роли выявленных факторов на окружающую среду;
- разработка методов и методик геоэкологических наблюдений;

При рассмотрении конкретных технологических проблем, особенно в условиях действующего производства, исследователю зачастую приходится сталкиваться с задачами, решение которых практически невозможно без организации и проведения того или иного экспериментального исследования.

С общефилософской точки зрения эксперимент (от латинского *experimentum* – проба, опыт) – это чувственно-предметная деятельность в

науке; в более узком смысле – опыт, воспроизведение объекта познания, проверка гипотез и т.д. В технической литературе термину эксперимент устанавливается следующее определение – система операций, воздействий и/или наблюдений, направленных на получение информации об объекте исследования. Являясь источником познания и критерием истинности теорий и гипотез, практический эксперимент играет очень важную роль как в науке, так и на практике. Эксперименты ставятся в исследовательских лабораториях и на действующем производстве, при мониторинге техносферной безопасности, в медицинских клиниках и на опытных сельскохозяйственных полях, в космосе и в глубинах океана. Хотя объекты исследований разнообразны, методы экспериментальных исследований имеют много общего: каким бы простым ни был эксперимент, вначале обосновывают план его проведения; стремятся сократить число рассматриваемых переменных, для того, чтобы уменьшить объем эксперимента; – стремятся контролировать ход эксперимента; – пытаются исключить влияние случайных внешних воздействий; – оценивают точность измерительных приборов и точность полученных данных; – и наконец, в процессе любого эксперимента анализируют результаты и объясняют их.

# 1. КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ТЕОРИИ ВЕРОЯТНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

## 1.1. Случайные величины и функции их распределения

Поскольку из-за влияния неконтролируемых факторов выходной параметр (отклик) это всегда случайная величина, при обработке результатов эксперимента широко используется аппарат теории вероятностей и математической статистики, поэтому напомним некоторые основные понятия и определения этого раздела математики. Случайное событие, которое при определенном комплексе условий невозможно заранее предсказать. Случайная величина, которая может принимать какое-либо значение из установленного множества. Вероятность того, что случайная величина примет определенное значение, описывается одним из законов распределения, например закон нормального распределения. Случайная величина может быть дискретной или непрерывной. Дискретная случайная величина, которая может принимать значения только из конечного множества действительных чисел. Непрерывная случайная величина, которая может принимать любые значения из конечного или бесконечного интервала. Если при фиксированном наборе уровней всех контролируемых факторов провести измерения отклика  $y$ , то в результате будет получен ряд хотя и близких, но отличающихся друг от друга значений:  $(i=1,2, \dots, n)$ , где  $i$ -е измерение величины  $Y$ . Для дискретной случайной величины можно указать вероятность, с которой она принимает каждое из своих возможных значений конечного множества действительных чисел. Для непрерывной случайной величины задают вероятность ее попадания в один из заданных интервалов области ее определения (поскольку вероятность того, что она примет какое-либо конкретное свое значение, стремится к нулю) [10]. Полностью свойства случайной величины описываются законом ее распределения, под которым понимают связь между возможными значениями случайной величины и соответствующими им вероятностями

Предварительная обработка информации наилучшим образом может быть осуществлена методами *математической статистики*.

*Статистическими данными* называют сведения о числе объектов, обладающих теми или иными признаками. Например, данные о прочностных признаках большого числа образцов одной и той же горной породы, данные о прочностных свойствах массива породы, определенных во многих участках массива, данные о производительности рабочего горного забоя, о себестоимости добычи одной тонны полезного ископаемого, данные гидродинамического и геохимического мониторинга, сведения о содержании металла в отобранных пробах и т. д.

В природе и в производстве нет ни одного физического явления, процесса, в которых не присутствовали бы в той или иной мере элементы случайности и, наоборот, закономерности.

При исследовании полностью не изученного процесса начинают с эксперимента для того, чтобы подобрать информацию (количественную или

качественную), характеризующую изучаемый процесс с различных сторон. После получения первичной информации и ее обработки выдвигается теоретическое толкование (гипотеза) физической сущности данного процесса, которое потребует проверить и исследовать другие стороны процесса. *Теоретическое исследование* должно в конечном итоге дать математическое описание закономерностям процесса. Теоретические исследования постоянно сопоставляются с результатами эксперимента. Если такое сравнение показывает отклонение теоретических и экспериментальных результатов, то проверяется как теория, так и экспериментальные данные. Из теоретических исследований становится ясным, какие стороны процесса необходимо исследовать экспериментально и как должен быть поставлен эксперимент. Такое сочетание экспериментальных и теоретических исследований дает возможность построить точную теорию процесса, что дает количественную картину процесса, связь всех его сторон и позволяет найти оптимальные режимы процесса и параметры, по которым можно ими управлять.

Таким образом, *теория раскрывает физическую сущность процесса* и дает количественные зависимости между параметрами процесса.

*Эксперимент* дает сведения, необходимые для проверки теории, а также позволяет получить константы процесса, т. е. между теорией и экспериментом существует тесная взаимосвязь.

*Теория* — система идей, обобщающих опыт, практику. Теория отражает объективные законы. Следовательно, нельзя считать теорией простое описание фактов, полученных в результате наблюдений данного процесса. Теория должна глубоко проникать в сущность процесса. Она строится на базе известных законов, является результатом абстрактного мышления в направлении показания исследуемого процесса, дает направления исследованиям, которые позволяют открывать новые закономерности природы. Таким образом, теория указывает путь практике, но и сама обосновывается на результатах практики.

*Эксперимент* (от лат. — опыт, проба) — научно поставленный опыт, наблюдение исследуемого процесса в точно заданных и контролируемых условиях. Результаты эксперимента должны точно воспроизводиться при повторении его условий. Поскольку теория является обобщением практики, эксперимента, то, следовательно, эксперимент является основой познания и критерием истинности теории и вообще познания.

Затем по результатам эксперимента применяется тот или иной математический аппарат (например, составляются и интегрируются дифференциальные уравнения, описывающие явление). Таким образом, выявляется основная закономерность, свойственная данному явлению и дающая возможность предсказать результат опыта по его заданным условиям. Чем больше будет учтено факторов, тем подробнее и глубже исследуется явление и тем точнее становится научный прогноз.

*Переменно-варьирующими* являются и признаки, характеризующие тот или иной производственный процесс горного предприятия, например,

скорость проведения выработки, производительность рабочего подготовительных и очистных забоев, стоимость проходки погонного метра выработки, стоимость добычи одной тонны полезного ископаемого, стоимость поддержания выработки, скорость затопления массива, признаки шахтных пород и шламов.

Если эти признаки как-то пространственно размещены (содержание, мощность, линейный запас, элементы залегания), то задача статистики – исследовать не только статистические распределения, но и пространственное размещение признака.

Влияние основных факторов, определяющих течение исследуемого явления, можно учесть методами горно-технологических наук, а влияние второстепенных, переплетающихся между собой факторов, - методами теории вероятностей и математической статистики.

В том случае, когда работа экспериментатора хаотична и не организована должным образом, ее эффективность настолько мала, что полученные результаты не в состоянии оправдать те средства, которые были израсходованы на проведение опытов. Поэтому вопросы организации эксперимента, снижения затрат на его проведение и обработку результатов являются актуальными. Современные методы планирования эксперимента и обработки его результатов, разработанные на основе теории вероятностей и математической статистики, позволяют существенно сократить число опытов. Знание и использование этих методов делает работу экспериментатора более целенаправленной и организованной, существенно повышает как производительность труда, так и надежность получаемых результатов

## **1.2 Постановка цели исследования**

Целью научно-исследовательской работы (НИР) является получение научного знания. Полученное знание может иметь фундаментальный (теоретический) или прикладной характер, может быть новым или подтверждающим (уточняющим) ранее полученное. На основе нового фундаментального знания может быть создана новая, либо развита известная научная теория. Прикладные знания направлены, как правило, на создание нового продукта, совершенствование техники, технологии, методов и средств выполнения тех или иных операций и т. п. В этой связи, цель прикладной НИР может носить практический характер и отражать производственный результат, который будет получен после внедрения результатов исследования.

Например: – повышение качества мониторинга затопления шахты;  
– повышение эффективности процессов использования шахтной породы;  
– повышение производительности водоотливного оборудования.

Тем не менее, студент должен понимать необходимость достижения научного знания, ибо, цели прикладной НИР, повышение качества мониторинга водоподъема, достигается, как правило, не на основе метода

необоснованных проб и ошибок, а в результате изучения взаимодействия применяемой геоинформационной технологии (ГИС) в конкретной геотехнической среде.

*Цель фундаментальной НИР*, например, формируется следующим образом:

- развитие теории гидромониторинга при затоплении ликвидированной шахты;
- моделирование процесса гидромониторинга;
- создание метода непрерывного контроля процесса с помощью ГИС технологий т. д.

### **1.3 Постановка задач исследования**

Сформулировав цель исследований, необходимо провести анализ состояния вопроса, заключающийся в изучении предметной и смежных областей науки и практики в направлении исследования, заданного целью работы.

Аналізу должна подлежать вся доступная исследователю информация: патенты и авторские свидетельства, научные статьи и монографии, учебники и учебные пособия, тезисы докладов и т.п.

Какова цель анализа состояния вопроса? Это обоснование задач исследования, направленных на достижение цели работы.

*Задачи анализа состояния* вопроса следующие:

- определить решалась ли подобная проблема ранее и, если да, то каковы результаты её решения (следует ли изобретать велосипед?);
- сформулировать своё представление (понятие, понимание, умозаключение, суждение) проблемы;
- определить перечень неисследованных вопросов поставленной проблемы;
- определить степень достоверности ранее полученных результатов с учетом развития научно-технического прогресса;
- определить возможность достижения цели с учетом уровня развития науки и техники;
- определить методы и средства исследования;
- определить возможность внедрения полученных результатов в производство.

На основе анализа состояния вопроса обосновываются задачи исследования, основные из которых направлены:

- на исследование нерешенных вопросов (белых пятен) проблемы;
- создание, если это необходимо, методов и средств исследования;
- разработку технического задания (экспериментального образца) на промышленную установку для внедрения результатов исследования;
- разработку технологического регламента, технических условий, проекта стандарта на продукцию;
- оценку экономической эффективности и/или социальной значимости от внедрения результатов исследований;

- обоснование научной новизны и практической значимости результатов исследований;
- защиту интеллектуальной собственности.

#### **1.4 Разработка методики экспериментального исследования**

Разработка методики экспериментального исследования включает:

- обоснование параметров оценки (выходных параметров) предмета труда, процесса, средства производства;
- установление факторов, оказывающих влияние на исследуемый предмет труда и процесс его обработки;
- обработку результатов предварительных экспериментов, обоснование требуемого числа наблюдений, вида эксперимента;
- обоснование постоянных и переменных факторов эксперимента, уровней их варьирования;
- построение плана эксперимента;
- обоснование методов и средств эксперимента, исходя из требуемых глубины поиска и точности получаемых результатов;
- обоснование методики обработки экспериментальных данных.

Одним из важных условий получения достоверных результатов экспериментального исследования является проведение предварительных опытов, особенно в тех случаях, когда при анализе состояния вопроса не выявлены результаты аналогичных исследований (например, исследование параметров водоподъема, состава шахтной породы, направления использования отходов производства и т.п.). Предварительные опыты позволяют проверить закономерность распределения величин вариационного ряда, определить требуемое количество опытов для получения достоверного результата.

*Вероятностно-статистические методы* дают возможность предсказать средний общий результат массы отдельных однородных опытов, конкретный исход каждого из которых остается неопределенным, случайным.

Отдельные единицы, составляющие статистическую совокупность, обладают рядом количественных и качественных признаков. Эти признаки в каждом отдельном случае имеют различные значения, образующие вариационный ряд.

Вероятностные закономерности получают статистическое выражение в силу закона больших чисел (вероятности осуществляются приближенно в виде частностей, а математические ожидания – в виде средних).

Математические законы теории вероятностей отражают реальные статистические законы, объективно существующие в массовых случайных явлениях природы и производства.

Для успешного применения вероятностно-статистических методов при решении задач горного дела и техносферной безопасности необходима перестройка мышления. Эффективное использование современных

математических методов требует мышления вероятностно-статистическими категориями.

Изучение математической статистики играет существенную роль в подготовке инженеров всех специальностей.

Важнейшей частью статистического анализа является построение рядов распределения (структурной группировки) с целью выделения характерных свойств и закономерностей изучаемой совокупности. В зависимости от того, какой признак (количественный или качественный) взят за основу группировки данных, различают соответственно типы рядов распределения.

Если за основу группировки взят качественный признак, то такой ряд распределения называют *атрибутивным* (распределение по видам труда, по полу, по профессии, по религиозному признаку, национальной принадлежности и т.д.).

Выделяют три формы вариационного ряда: *ранжированный ряд, дискретный ряд и интервальный ряд.*

*Ранжированный ряд* - это распределение отдельных единиц совокупности в порядке возрастания или убывания исследуемого признака.

Ранжирование позволяет легко разделить количественные данные по группам, сразу обнаружить наименьшее и наибольшее значения признака, выделить значения, которые чаще всего повторяются.

Другие формы вариационного ряда - групповые таблицы, составленные по характеру вариации значений изучаемого признака. По характеру вариации различают дискретные (прерывные) и непрерывные признаки.

*Дискретный ряд* - это такой вариационный ряд, в основу построения которого положены признаки с прерывным изменением (дискретные признаки). К последним можно отнести содержание минералов в породе, тарифный разряд, количество детей в семье, число работников на предприятии и т.д. Эти признаки могут принимать только конечное число определенных значений.

Если признак имеет непрерывное изменение (размер дохода, стаж работы, стоимость основных фондов предприятия и т.д., которые в определенных границах могут принимать любые значения), то для этого признака нужно строить интервальный вариационный ряд.

### **1.5 Вариационные ряды. дискретные и интервальные ряды.**

Пусть для изучения количественного (дискретного или непрерывного) признака  $X$  из генеральной совокупности извлечена выборка объема  $n$  (таблица 1.1). Наблюдающиеся значения  $x_i$  признака  $X$  называют вариантами; последовательность вариантов, записанных в возрастающем порядке, называют вариационным рядом.

**Предел прочности пород на одноосное сжатие, кг/см<sup>2</sup>**

Глубина расположения выработки от поверхности, м	Предел прочности пород на одноосное сжатие, кг/см <sup>2</sup>		
	неустойчи вые	среднеустойчив ые	устойчивые
300-600	До 500	500-700	Более 700
600-800	До 600	600-800	Более 800
800-1000	До 700	700-900	Более 900
1000-1200	До 800	900-1000	Более 1000

Статистическим распределением выборки в случае дискретного признака  $X$  называют перечень варианта и соответствующих им частот или относительных частот. В таблице 1.2 приведен вариационный ряд со значениями признака и числами, показывающими, сколько раз наблюдался вариант признака (частота  $m_i$ ).

Групповая таблица также может иметь две графы. В первой указывается значение признака в интервале «от - до» (варианты), во второй - число единиц, входящих в интервал (частота  $m_i$ ).

**Результат испытаний физических свойств горных пород Донбасса.  
Песчаник мелкозернистый слоистый среднего карбона зон  
выветривания\***

**(парная зависимость: предел прочности на сжатие)**

№ п/п	Предел прочности на сжатие, кг/см <sup>2</sup>		Частот а $m_i$	Пористос ть, %		Частот а $m_i$		
1.	545	655	1	15	20	3		
2.	540	660	1	15	23	2		
3.	530	650	2	14	20	1		
4.	560	660	2	14	21	3		
5.	520	640	3	14	23	2		
6.	590	650	3	15	20	1		
7.	590	665	2	15	18	3		
8.	545	660	4	16	18	2		
9.	540	665	5	17	20	1		
10.	545	650	6	18	20	3		
11.	515	660	4	20	21	2		
12.	510	665	3	21	22	1		
13.	590	630	2	20	25	3		
14.	510	645	1	15	26	2		
15.	520	660	1	15	27	1		
16.	510	665	1	16	20	3		
17.	585	665	5	16	23	2		
18.	590	640	4	20	20	1		
19.	510	670	1	21	21	1		

\*Справочник (кадастр) физических свойств горных пород под ред. акад. Н.В.Мельникова, В.В.Ржевского, М.М.Протодряконова, М., Недра, 1975 Г.

**Частота (частота повторения)** - число повторений отдельного варианта значений признака, обозначается  $m_i$ , а сумма частот, равная объему исследуемой совокупности, обозначается

$$\sum_{i=1}^k m_i \quad (1)$$

где  $k$  - число вариантов значений признака

**Оптимальная величина интервала** по формуле Стерджесса:

$$h = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3,2 \ln n} \quad (2)$$

где:  $x_{max}$  и  $x_{min}$  - максимальное и минимальное значение варианта признака;

$n$  - общее число единиц совокупности признака.

**Частость интервала** получена делением частот интервала на общую сумму статистической совокупности. В сумме частости равны единице:

$$\sum_i^n m_i = 1 \quad (3)$$

**Среднеарифметическое и средневзвешенное значение ряда**

Среднеарифметическое значение в вариационном ряду по формуле

$$M_e = x_{m+1} \quad (4)$$

средневзвешенное значение ряда по формуле

$$\sum x_i \cdot m_i \quad (5)$$

*Медиана и мода* - структурные средние величины.

Для определения структуры совокупности используют особые средние показатели, к которым относятся медиана и мода, или так называемые структурные средние. Если средняя арифметическая рассчитывается на основе использования всех вариантов значений признака, то медиана и мода характеризуют величину того варианта, который занимает определенное среднее положение в ранжированном вариационном ряду.

*Медиана ( $M_e$ )* - это величина, которая соответствует варианту, находящемуся в середине ранжированного ряда.

Для ранжированного ряда с нечетным числом индивидуальных величин (например, 1, 2, 3, 3, 6, 7, 9, 9, 10) медианой будет величина, которая расположена в центре ряда, т.е. пятая величина.

Для ранжированного ряда с четным числом индивидуальных величин (например, 1, 5, 7, 10, 11, 14) медианой будет средняя арифметическая величина, которая рассчитывается из двух смежных величин. Для нашего случая медиана равна  $(7+10) : 2 = 8,5$ .

То есть для нахождения медианы сначала необходимо определить ее порядковый номер (ее положение в ранжированном ряду)

$$\Delta = \frac{\sum_i^n |x_i - \bar{x}|}{n} \quad (6)$$

где  $n$  - число единиц в совокупности.

Численное значение медианы определяют по накопленным частотам в дискретном вариационном ряду. Для этого сначала следует указать интервал нахождения медианы в интервальном ряду распределения. Медианным называют первый интервал, где сумма накопленных частот превышает половину наблюдений от общего числа всех наблюдений.

Численное значение медианы обычно определяют по формуле текста (7) где  $x_{Me}$  - нижняя граница медианного интервала;  $i$  - величина интервала;  $S-1$  - накопленная частота интервала, которая предшествует медианному;  $f$  - частота медианного интервала.

*Модой (Мо)* называют значение признака, которое встречается наиболее часто у единиц совокупности. Для дискретного ряда модой будет являться вариант с наибольшей частотой. При нормальном законе распределения мода, медиана и среднее арифметическое совпадают.

*Характеристика рассеивания. Среднее отклонение (дисперсия)*

Среднее значение в вариационном ряду представляет собой среднюю арифметическую абсолютных значений отклонений вариантов от средней и рассчитывается по формуле (6) [ ](стр 50) Каждан, Гуськов Математическое моделирование

*Проверка гипотез о наличии корреляционной связи*

Выявление корреляционных связей между различными свойствами геологических объектов способствует решению многих геологических задач. Так, например, наличие корреляционных связей между петрогенными и редкими элементами способствует оценке роли процессов дифференциации магмы и ассимиляции ею вмещающих пород: между концентрацией рудных элементов в породах и рудах – выяснению источников рудного вещества; между физическими свойствами и минеральным составом пород – дешифрированию геофизических аномалий при геологическом картировании и т.д.

При отсутствии корреляционной связи коэффициент корреляции, условные коэффициенты линейной регрессии и корреляционные отношения равны нулю. Поэтому проверка гипотезы о наличии корреляционной связи

заключается в расчете выборочных оценок этих характеристик и оценки значимости их отличия от нуля.

Выборочная оценка коэффициента корреляции рассчитана по формуле

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)S_x S_y} \quad (8)$$

где  $\bar{x}$  и  $\bar{y}$  – выборочные оценки средних значений случайных величин  $X$  и  $Y$ ;

$S_x$  и  $S_y$  – выборочные оценки их стандартов;

$n$  – количество сравниваемых пар значений.

При расчетах вручную удобнее пользоваться формулой:

Когда математическое ожидание выборочного коэффициента

корреляции равно нулю, величина

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \quad (10)$$

имеет распределение Стьюдента с  $n-2$  степенями свободы. Если рассчитанное по этой формуле значение величины  $t$  превышает табличное значение критерия Стьюдента, то для принятой доверительной вероятности и числа степеней свободы  $n-2$ , гипотеза об отсутствии корреляционной связи отвергается, т.е. считается, что связь существует.

Приближенная оценка коэффициента корреляции может быть получена графическим методом. Для этого каждая пара значений исследуемой двумерной величины  $X, Y$  изображается в виде точки с координатами  $x$  и  $y$ . При наличии корреляционной связи поле точек вытянуто вдоль линии, ориентированной под углом к осям координат. Поле точек разделяется на четыре квадранта линиями, соответствующими медианам величин  $X$  и  $Y$ . При наличии корреляционной связи количество точек выстраивается в поле (см. рис 1.1).

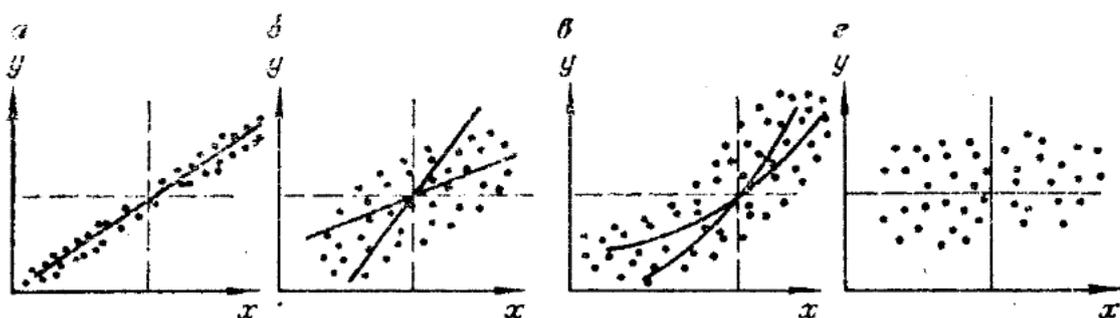


Рис. 1. 1 Типичные случаи значений коэффициентов корреляции и корреляционных отношений:

$$\begin{aligned}
 a - \eta = \rho = 1; & \quad б - \eta_{y/x} = \eta_{x/y} |\rho|; \quad \rho = \sqrt{b_1 b_2}; \\
 в - \eta_{y/x} \neq \eta_{x/y}; & \quad г - \eta = \rho = 0
 \end{aligned}$$

### 3. ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В МОНИТОРИНГЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Вероятностно-статистические методы не заменяют обычные методы исследования, а являются их дополнением. Они позволяют, минуя слишком сложное исследование многих переплетающихся факторов, с учетом присущих какому-либо явлению элементов случайности, анализировать его на основе законов, управляющих массами случайных явлений. Это позволяет разрабатывать научно обоснованные прогнозы в области случайных явлений, а также предсказать средний результат массы отдельных однородных опытов.

Предпосылкой построения интервального вариационного ряда (ИВР) является тот факт, что исследуемая величина принимает слишком много различных значений. Зачастую ИВР появляется в результате измерения непрерывной характеристики изучаемых объектов. Типично – это время, масса, размеры и другие физические характеристики.

Для исследования ИВР определяется интервал, в пределах которого варьируются значения, затем данный интервал делится на частичные интервалы, и по каждому интервалу подсчитываются частоты – количество вариантов, которые в него попали.

#### 3.1 Интервальные ряды качественных характеристик шахтной воды.

Рассмотрим пример построения ИВР по результатам исследования показателей откачиваемой воды по химическому анализу водоотливного комплекса (ВОК) шахты «Славяносербская» [15].

Результаты замеров приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Результаты геохимического анализа сточных вод

№ п/п	Концент-рация взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>		Частота $m_i$	Концент-рация сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>		Частота $m_i$		
1.	15	20		350	460			
2.	15	23		300	450			
3.	14	20		250	450			
4.	14	21		400	490			
5.	14	23		450	480			
6.	15	20		300	440			
7.	15	18		400	450			
8.	17	18		410	460			
9.	18	20		420	460			
10.	19	20		450	460			
11.	20	21		470	460			
12.	21	22		380	470			
13.	20	25		450	460			
14.	15	26		480	460			

15	15	27		455	460			
16	16	20		470	480			
17	16	23		425	465			
18	20	20		450	465			
19	21	21		455	465			

Разберем построение интервального вариационного ряда (ИВР), т.к. используемая величина принимает слишком много различных значений.

Требуется составить вариационный ряд распределения, построить гистограмму частот, гистограмму и полигон относительных частот.

Решение имеет выборочную совокупность объемом  $n=38$  наблюдений (табл. 1.2). Составим по данным наблюдений таблицу 1.3 с величиной интервала полученного по формулу Стерджесса.

$$h = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{1 + 3,2 \lg n}; \quad (1)$$

отсюда 
$$h = \frac{27 - 14}{1 + 3,2 \lg 38} = \frac{1,3}{6,28} = 2,1$$

Принимаем  $h=2$ ;  $x_i$ - среднее значение интервала

Таблица 3.1

Правило при заполнении таблицы 1.3 : если варианта (значение признака ряда) попадает на «стык» интервалов, то ее следует относить в правый интервал. Подсчитываем частоты по каждому интервалу  $n_i$  столбец (3), обязательно проверяем их количество

$$\sum_{i=1}^k n_i = 9 + 4 + 3 + 15 + 4 + 1 + 2 = 38 \quad \text{ОК}$$

Изобразив ряд графически. Для этого по каждому интервалу находим:

- плотность частот  $\frac{n_i}{n}$  (столбец 4),
- относительные частоты  $W_i = \frac{n_i}{n}$  ( округляем до 2 знаков после запятой. (столбец5)
- плотность относительных частот  $\frac{W_i}{h}$  (столбец 6)

Строим по данным таблицы гистограмму частот пористости

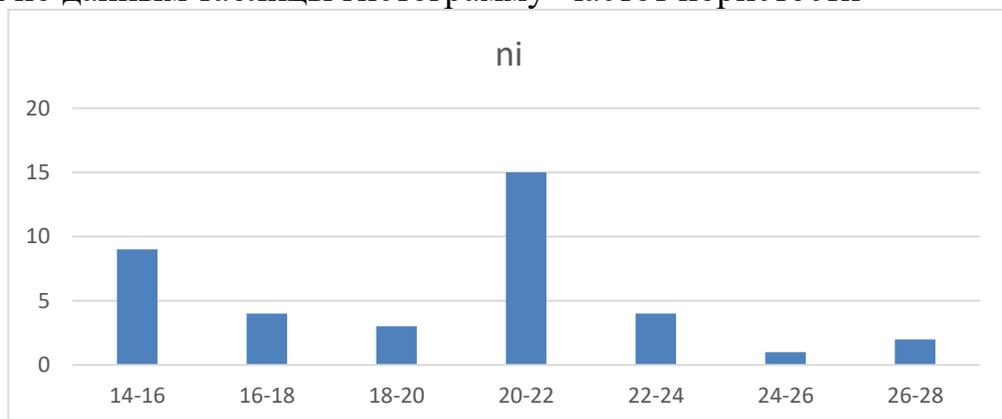


Рисунок 3.1 Гистограмма частот пористости

Гистограмма частот – это фигура, состоящая из прямоугольников, ширина которых равна длинам частичных интервалов, а высота – соответствующим плотностям частот.

При построении гистограммы допустимо использовать нестандартную шкалу по оси абсцисс, на рис. 2 – нумерация с 14.

Гистограмма относительных частот – это фигура, состоящая из прямоугольников, ширина которых равна длинам частичных интервалов, а высота – соответствующим плотностям относительных частот  $\frac{W_i}{h}$

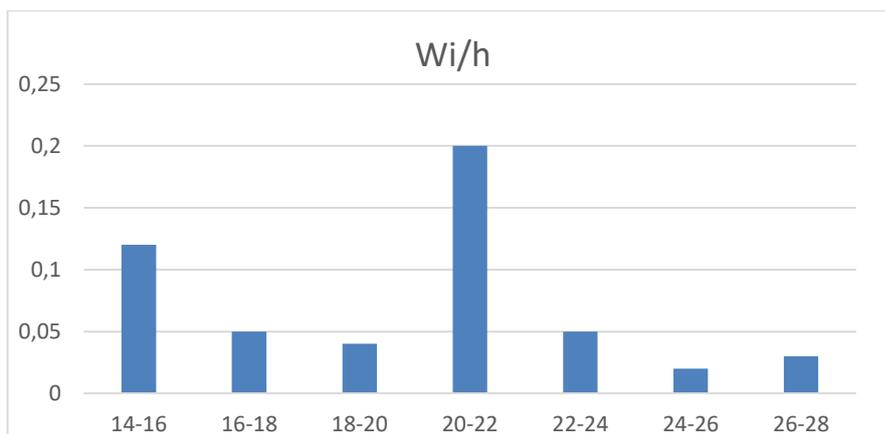


Рис 3.2 Гистограмма относительных частот

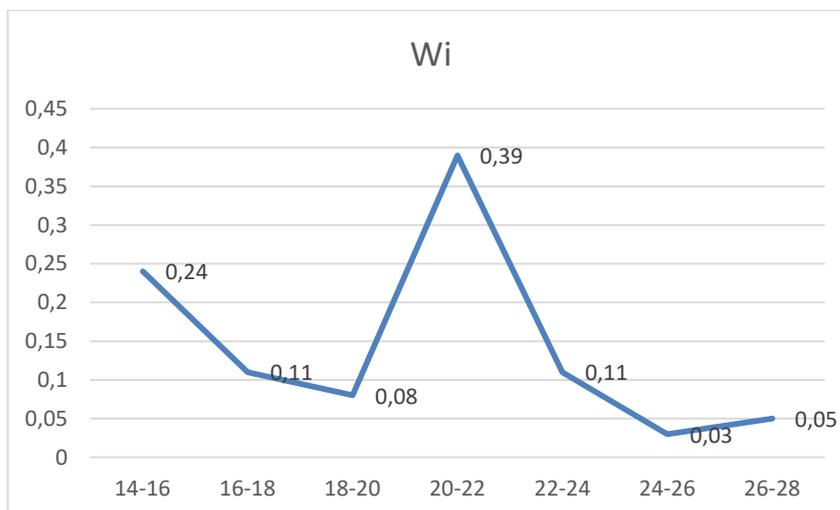


Рис. 3.3 Полигон относительных частот

Медиана Значение признака, соответствующего середине упорядоченного вариационного ряда.

При нечетном числе вариантов

$$Me = X_{m+1}$$

При четном числе вариантов

$$Me = \frac{Xm + Xm + 1}{2}$$

В нашем примере определения четное число вариантов (3,8); 2m=38; m=19

$$Me = \frac{X19 + X20}{2} = \frac{20 + 20}{2} = 20$$

В таблице 3.1 приведены значения концентрация взвешенные вещества, мг/дм<sup>3</sup>. Разберем построение интервального вариационного ряда

### 3.2 Расчёт коэффициента корреляции по газовыделению шахт

«Ломоватская», «им.Чеснокова», «ЦентральнаяИрмино»

#### *Шахта «Ломоватская»*

В соответствии с заключением ГОУ ВПО ЛНР «Дон ГТУ» от 14.11.2018 г. на горном отводе шахты определены следующие коллекторы миграции рудничного газа(метана и углекислого газа)на дневную поверхность[9]:

- выход на поверхность надвигов, апофизы Никаноровского надвига в зоне его подработки горными работами по пласту I<sub>6</sub>в пределах Западного тектонического блока;

- трещиноватые водоносные или газоносные породы, прилегающие непосредственно к кровле и почве подрабатываемых пластов

- участки земной поверхности в радиусе 25м от осей ликвидируемых горных выработок и некачественно затампонированных разведочных скважин. Используемый для газового контроля прибор – шахтный интерферометр ШИ-11[9].

Горный отвод шахты занимает площадь 3861 га, на которой находится 75 ликвидированных горных выработок и 108 некачественно затампонированных скважин и стволов, имеющих выход на дневную поверхность. 15 опасных зон, остальные угрожаемые. Количество замеров в опасных зонах – 4 раза в месяц, в угрожаемых –1 раз в месяц.

За 1 квартал 2020 г. было произведено – 16128 замеров;

количество объектов (жилых и подсобных помещений, подвалов, скважин, устьев горных выработок и др.) – 1323.

В подвалах и других заглубленных объектах жилого сектора опасные газовыделения не регистрировались.

За 1 квартал 2020 г. выделение газов систематически регистрировалось в опасных зонах в устьях выработок:

- западный клетевой ствол – CO<sub>2</sub>=0,1%;

- западный скиповой ствол – CH<sub>4</sub>=0,1-0,2%; CO<sub>2</sub>=0,1-0,4%

- западный воздухоподающий ствол гор. 500м – CH<sub>4</sub>=0,1-0,3%; CO<sub>2</sub>=0,1-0,4%

- западный вентиляционный ствол пл. I<sub>6</sub> – CH<sub>4</sub>=0,1-0,4%; CO<sub>2</sub>=0,1-0,4%

- шахта Даниловича – CH<sub>4</sub>=0,1 - 0,3%; CO<sub>2</sub> – 0,1-0,3%

- шахта Конжуховского  $\text{CH}_4 = 0,1\%$ ;  $\text{CO}_2 = 0,1 - 0,4\%$  [9].

#### *Шахта имени Чеснокова*

Согласно отчета МакНИИ по Стаханово–Брянковской группе шахт и л.ш. «Запорожская» на территории горного отвода ш. им. Чеснокова находятся 163 устья ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в угрожаемые зоны и 17 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в опасные зоны по степени опасности выделения шахтных газов. Также в угрожаемых зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 1144 строения, в опасных зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 83 строения [9].

Количество объектов по шахте – 4665; количество точек замеров (включая устья выработок, здания, подсобные помещения и подвалы) - 6096 точек/месяц; квартальное число замеров газов – 29844.

Превышение нормы концентрации газа за первый квартал были зарегистрированы:

1. Ствол № 3  $\text{CH}_4 - 0,5 - 1,0\%$ ;
2. Ствол № 4  $\text{CH}_4 - 0,5 - 1,0\%$ ;
3. Шурф № 92  $\text{CH}_4 - 0,8 - 2,2\%$ ;
4. Шурф № 90  $\text{CH}_4 - 1,0 - 1,1\%$  [9].

#### *Шахта «Центральная - Ирмино»*

Согласно отчета МакНИИ по Стаханово–Брянковской группе шахт и ликвидированной шахты «Запорожская» на территории горного отвода ш. «Центральная-Ирмино» находятся 55 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в угрожаемые зоны и 27 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в опасные зоны по степени опасности выделения шахтных газов. Также в угрожаемых зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 150 строений, в опасных зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 2 строения [9].

Количество объектов по шахте – 546; количество точек замеров (включая устья выработок, здания, подсобные помещения и подвалы) - 884 точек/месяц; квартальное число замеров – 7464.

Превышение нормы концентрации газа были зарегистрированы:

1. Скважина № 10  $\text{CH}_4 - 0,5 - 1,0\%$ ;
2. Скважина № 16  $\text{CH}_4 - 0,5 - 1,0\%$ ;
3. Западный ствол № 1  $\text{CH}_4 - 0,5 - 1,2\%$ ;
4. Центральный ствол № 1  $\text{CH}_4 - 0,8 - 1,2\%$ ;
5. Центральный ствол № 2  $\text{CH}_4 - 0,5 - 1,0\%$ ;
6. 4/2 БИС ствол № 2  $\text{CH}_4 - 0,3 - 0,5\%$ ;

7. Скважина № 18 CH<sub>4</sub>-0,5 – 0,7%[9];

На протяжении 1 квартала 2020г. опасные газовыделения в подвалах и других заглубленных объектах жилого сектора не регистрировались.

Для определения взаимосвязи между превышением норм концентрации CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан) произведём расчёт коэффициента корреляции Пирсона по шахте «Ломоватская» по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 * \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Таблица 3.2

**Показатели превышения норм концентрации CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан)**

Замер	CO <sub>2</sub> (x)	CH <sub>4</sub> (y)
западный клетевой ствол	0,1%	0%
западный скиповой ствол	0,1-0,4% среднее значение 0,25 %	0,1-0,2% среднее значение 0,15%
западный воздухоподающий ствол гор. 500м	0,1-0,4% среднее значение 0,25 %	0,1-0,3% среднее значение 0,2 %
западный вентиляционный ствол пл. I <sub>6</sub>	0,1-0,4% среднее значение 0,25 %	0,1-0,4% среднее значение 0,25 %
шахта Даниловича	0,1-0,3% среднее значение 0,2 %	0,1 - 0,3% среднее значение 0,2 %
шахта Конжуховского	0,1 – 0,4% среднее значение 0,25 %	0,1%

Вычисляем сумму значений CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан):

$$(x) CO_2 = 0,1 + 0,25 + 0,25 + 0,25 + 0,2 + 0,25 = 1,3$$

$$(y) CH_4 = 0 + 0,15 + 0,2 + 0,25 + 0,2 + 0,1 = 0,9$$

Вычисляем среднее арифметическое CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан):

$$(\bar{x}) CO_2 = (0,1 + 0,25 + 0,25 + 0,25 + 0,2 + 0,25) / 6 = 0,22$$

$$(\bar{y}) CH_4 = (0 + 0,15 + 0,2 + 0,25 + 0,2 + 0,1) / 6 = 0,15$$

Вычисляем отклонение от среднего арифметического для CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан):

$$((\bar{x}) - (x)) CO_2 :$$

$$\text{западный клетевой ствол} - 0,1 - 0,22 = -0,12$$

$$\text{западный скиповой ствол} - 0,25 - 0,22 = 0,03$$

$$\text{западный воздухоподающий ствол гор. 500м} - 0,25 - 0,22 = 0,03$$

$$\text{западный вентиляционный ствол пл. I}_6 - 0,25 - 0,22 = 0,03$$

$$\text{шахта Даниловича} - 0,2 - 0,22 = -0,22$$

шахта Конжуховского –  $0,25-0,22=0,03$   
 $((\bar{y}) - (y))\text{CH}_4$ :  
западный клетевой ствол –  $0-0,15=-0,15$   
западный скиповой ствол –  $0,15-0,15=0$   
западный воздухоподающий ствол гор. 500м –  $0,2-0,15=0,05$   
западный вентиляционный ствол пл. I<sub>6</sub> –  $0,25-0,15=0,1$   
шахта Даниловича –  $0,2-0,15=0,05$   
шахта Конжуховского –  $0,1-0,15=-0,05$

Таблица 3.3

Отклонение от среднего арифметического для CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан)

Замер	CO <sub>2</sub> $((\bar{x}) - (x))$	CH <sub>4</sub> $((\bar{y}) - (y))$
западный клетевой ствол	-0,12	-0,15
западный скиповой ствол	0,03	0
западный воздухоподающий ствол гор. 500м	0,03	0,05
западный вентиляционный ствол пл. I <sub>6</sub>	0,03	0,1
шахта Даниловича	-0,22	0,05
шахта Конжуховского	0,03	-0,05

Таблица 3.4

Квадрат отклонений CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан)

Замер	CO <sub>2</sub> $((\bar{x}) - (x))^2$	CH <sub>4</sub> $((\bar{y}) - (y))^2$
западный клетевой ствол	0,01	0,023
западный скиповой ствол	0,001	0
западный воздухоподающий ствол гор. 500м	0,001	0,003
западный вентиляционный ствол пл. I <sub>6</sub>	0,001	0,01
шахта Даниловича	0,05	0,003
шахта Конжуховского	0,001	0,003

Рассчитываем сумму квадратов отклонений:

$$(\sum(\bar{x}) - (x)^2)\text{CO}_2 : \\ 0,01+0,001+0,001+0,001+0,05+0,001=0,064$$

$$(\sum(\bar{y}) - (y)^2)\text{CH}_4 : \\ 0,023+0+0,003+0,01+0,003+0,003=0,042$$

Рассчитываем произведение разности для среднего арифметического показателя CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан)  $((\bar{x}) - (x))^2 * ((\bar{y}) - (y))^2$ :

$$-0,12*(-0,15)=0,018$$

$$0,03*0=0$$

$$0,03*0,05=0,002$$

$$0,03*0,1=0,003$$

$$-0,22*0,05=-0,011$$

$$0,03*(-0,05)=-0,002$$

Рассчитываем сумму произведений разности для среднего арифметического показателя CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан) ( $\sum(\bar{x}) - (x)^2 * (\bar{y}) - (y)^2$ ):

$$0,018+0+0,002+0,003+(-0,011)+(-0,002)=0,01$$

$$r_{xy} = \frac{0,01}{\sqrt{0,064 * 0,042}} = \frac{0,01}{\sqrt{0,003}} = \frac{0,01}{0,055} = 0,18$$

Величина коэффициента корреляции отражает силы связи.

Таблица 3.5

**Таблица анализа силы связи между переменными**

Значение	Интерпретация
от 0 до 0,3	очень слабая
от 0,3 до 0,5	слабая
от 0,5 до 0,7	средняя
от 0,7 до 0,9	высокая
от 0,9 до 1	очень высокая

Величина коэффициента корреляции между показателя превышения нормы CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан) равна 0,18. Это очень слабая корреляция.

Найдём моду и медиану показателей превышения нормы CH<sub>4</sub> (метан) для шахт «имени Чеснокова» и «Центральная-Ирмино».

Мода (Mo) представляет собой значение изучаемого признака, повторяющееся с наибольшей частотой, т.е. мода – значение признака, встречающееся чаще всего.

Медианой (Me) называется значение признака, приходящееся на середину ранжированной (упорядоченной) совокупности, т.е. медиана – центральное значение вариационного ряда.

Шахта «имени Чеснокова»

1. Ствол № 3 CH<sub>4</sub>-0,5 – 1,0%;
2. Ствол № 4 CH<sub>4</sub>-0,5 – 1,0%;
3. Шурф № 92 CH<sub>4</sub>-0,8 – 2,2%;
4. Шурф № 90 CH<sub>4</sub>-1,0 – 1,1%.

Проведём ранжирование показателей превышения нормы CH<sub>4</sub>:

1,0 1,0 1,1 2,2

Ряд включает чётное число показателей, в середине ряда показатели 1,0 и 1,1 средне 1,05.

Медиана равна 1,05%

Мода равна 1,0 %

Шахта «Центральная-Ирмино»

1. Скважина № 10 CH<sub>4</sub>-0,5 – 1,0%;
2. Скважина № 16 CH<sub>4</sub>-0,5 – 1,0%;
3. Западный ствол № 1 CH<sub>4</sub>-0,5 – 1,2%;
4. Центральный ствол № 1 CH<sub>4</sub>-0,8 – 1,2%;

5. Центральный ствол № 2  $\text{CH}_4$ -0,5 – 1,0%;

6. 4/2 БИС ствол №2  $\text{CH}_4$ -0,3 – 0,5%;

7. Скважина № 18  $\text{CH}_4$ -0,5 – 0,7%;

Проведём ранжирование показателей превышения нормы  $\text{CH}_4$  по наименьшему показателю:

0,3 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,8

В середине ряда показатель 0,5.

Медиана равна 0,5%

Мода равна 0,5 %

Проведём ранжирование показателей превышения нормы  $\text{CH}_4$  по наибольшему показателю:

0,5 0,7 1,0 1,0 1,0 1,2 1,2

В середине ряда показатель 1,0.

Медиана равна 1,0%

Мода равна 1,0 %

### 3.3 Исследования корреляции содержания газов из горящих породных отвалов

В таблице 3.5. приведена максимальная и средняя концентрация газов из горящих породных отвалов по шахтам Донецкого бассейна Им.Ленина и им.Артема.

Таблица 3.5

#### Концентрация газов из горящих породных отвалов

Расстояние от отвала, м	Концентрация газа мг/м <sup>3</sup>			
	CO		SO <sub>2</sub>	
	Максимальная	средняя	Максимальная	средняя
Шахта им. Ленина				
0	82,5	12,02	1,67	0,63
100	125,0	32,03	1,05	0,75
300	125,0	76,66	1,65	0,83
800	82,5	21,60	1,0	0,8
Шахта им.Артема				
0	125,0	31,40	1,0	0,85
100	125,0	43,82	1,0	0,79
300	62,5	46,25	1,0	0,85
800	60,5	30,66	1,0	0,85

Расчёт коэффициента корреляции по максимальной концентрации газа мг/м<sup>3</sup> CO и SO<sub>2</sub> шахт «им. Ленина», «им.Артема»

Выделение газов систематически регистрировалось на расстоянии см. таблицу 4.1:

Для определения взаимосвязи между концентрацией CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан) произведём расчёт коэффициента корреляции Пирсона по двум шахтам» по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x}) * (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 * \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Таблица 3.6

Показатели превышения норм концентрации CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и SO<sub>2</sub> (диоксид серы)

Замер на расстоянии от отвала	CO <sub>2</sub> (x)	SO <sub>2</sub> (y)
Ш.им Ленина		
0	82.5	1.67
100	125	1.05
300	125	1.65
800	82.5	1.0
Ш им. Артема		
0	125	1.0
100	125	0.9
300	62,5	1.0
800	60,5	1.0

Вычисляем сумму значений CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и SO<sub>2</sub>

(диоксид серы):

(x) CO<sub>2</sub>=0,1+82,5+125+125+82,5+125+125+62,5+60,5=788

(y) SO<sub>2</sub>1.67+1,05+1,65+1,0+1,0+0,9+1,0+1,0=9,25

Вычисляем среднее арифметическое CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) иSO<sub>2</sub>

(диоксид серы):

( $\bar{x}$ )CO<sub>2</sub>=788/8=98,5

( $\bar{y}$ )SO<sub>2</sub>=9,25/8=1,16

Вычисляем отклонение от среднего арифметического для CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и SO<sub>2</sub>(диоксид серы):

(( $\bar{x}$ ) - (x))CO<sub>2</sub>

(( $\bar{y}$ ) - (y))SO<sub>2</sub>

Расчеты сведены в таблицу 3.7

Таблица 3.7

Отклонение от среднего арифметического для CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и SO<sub>2</sub> (метан)

Замер	CO <sub>2</sub> (( $\bar{x}$ ) - (x))	SO <sub>2</sub> (( $\bar{y}$ ) - (y))
Ш.им Ленина		
0	-16	0,51
100	26,5	=011
300	26,5	0,49
800	-16	-0,16
Ш им. Артема		
0	26,5	-0,16

100	26,5	-0,26
300	-36,5	-0,16
800	-38	-0,16

Таблица 3.8

**Квадрат отклонений CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и CH<sub>4</sub> (метан)**

Замер	CO <sub>2</sub> ((x̄) - (x) <sup>2</sup> )	SO <sub>2</sub> ((ȳ) - (y) <sup>2</sup> )
Ш.им Ленина		
0	256	0,26
100	702,25	0,01
300	702,25	0,24
800	256	0,03
Ш им. Артема		
0	702,25	0,03
100	702,25	0,07
300	1332,5	0,03
800	1444	0,03

Рассчитываем сумму квадратов отклонений:

$$(\sum(\bar{x}) - (x)^2)CO_2 :$$

$$256+702,25+702,25+256+702,25+702,25+1332,5+1444=5867,1$$

$$(\sum(\bar{y}) - (y)^2)CH_4:$$

$$0,263+0,01+0,24+0,03+0,03+0,07+0,03+0,03=0,7$$

Рассчитываем произведение разности для среднего арифметического показателя CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и SO<sub>2</sub> (диоксид серы)

$$((\bar{x}) - (x)^2 * (\bar{y}) - (y)^2):$$

$$-16*(0,51)=8,16$$

$$26,5*0,11=2,92$$

$$26,5*0,49=12,99$$

$$-16* (-0,16)=4,24$$

$$26,5*(-0,26)=-6,89$$

$$-36,5* (-0,16)=5,84$$

$$-38,0* (-0,16)=6,08$$

Рассчитываем сумму произведений разности для среднего арифметического показателя CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и SO<sub>2</sub> (диоксид серы)

$$(\sum(\bar{x}) - (\square)^2 * (\bar{y}) - (y)^2):$$

$$=8,16+2,92+12,99+2,56+(-4,24+(-6,99)+5,84+6,08) = 11$$

$$r_{xy} = \frac{11}{\sqrt{5867,1 * 0,7}} = \frac{11}{\sqrt{4106}} = \frac{11,01}{64,08} = 0,17$$

Величина коэффициента корреляции отражает силы связи.

Таблица 3.9

Таблица анализа силы связи между переменными

Значение	Интерпретация
от 0 до 0,3	очень слабая
от 0,3 до 0,5	слабая
от 0,5 до 0,7	средняя
от 0,7 до 0,9	высокая
от 0,9 до 1	очень высокая

Величина коэффициента корреляции между показателем превышения нормы CO<sub>2</sub> (диоксид углерода) и SO<sub>2</sub> (диоксид серы) равна 0,18. Это очень слабая корреляция.

### 3.4. Исследования химических и физико-механических свойств пород

#### 3.4.1. Показатели химического анализа отсыпанной породы

В соответствии с приведенной выше методикой отобранные пробы подвергались исследованию с целью определения следующих показателей:

- содержание водорода (H<sup>A</sup>), углерода (C<sup>A</sup>), летучих веществ (V<sup>Г</sup>), зольность (A<sup>C</sup>);
- теплотворная способность (Q<sup>A</sup>);
- гранулометрический состав;
- объемный и удельный вес;
- пористость;
- коэффициент фильтрации грунта (скорость протекания воды через грунт);
- угол естественного откоса α°;
- сопротивление сдвигу (угол внутреннего трения φ° и удельное сцепление C).

Результаты исследований приведены в таблицах 3.10-3.13.

Таблица 3.10

Показатели химического анализа отсыпанной породы

Наименование проб	H <sup>A</sup>	C <sup>A</sup>	Q <sup>A</sup>	A <sup>C</sup>	V <sup>Г</sup>
1	2	3	4	5	6
Основание гл. 0,6 м	0,69	4,85		88,9	8,36
гл. 1,3 м	0,30	1,34		97,1	2,81
гл. 2 м	0,63	3,01		89,6	10,09
гл. 2,6 м	0,40	2,18		94,4	5,86
гл. 3,2 м	0,17	1,18		97,0	2,95
Середина гл. 0,7 м	1,14	7,99		84,4	10,34
гл. 1,4 м	0,57	0,73		94,4	5,72
гл. 2,2 м	0,47	1,07		94,3	5,73
гл. 2,3 м	0,59	0,64		92,8	7,56
Вершина гл. 0,7 м	1,59	22,50		64,5	13,37
гл. 1,5 м	1,49	20,20	10,85	69,6	13,13
гл. 2,4 м	1,30	13,97	12,89	77,1	11,89
гл. 2,9 м	1,33	15,19	13,67	76,4	10,55
гл. 3,5 м	1,28	14,21		76,0	10,76

Таблица 3.11

## Гранулометрический состав отсыпанной породы, %

Глубина отбора навески	Вес навески	Размеры фракций в, мм					
		более 10	5 - 10	2 - 5	1 - 2	0,5 - 1	менее 0,5
Террикон № 1 шахты им. Чеснокова							
Основание: 0,6 м	892, 6 г	12	13,2	18	19	2,8	35
1,3 м	1014 г	67,3	12,2	6,8	3,9	2,2	7,6
2 м	983,6 г	66,8	11,6	7,3	4,2	2,1	7
2,6 м	910,3 г	66	11	8,1	4	2	8,9
3,2 м	942,9 г	61,4	12,5	9,3	5	2,5	9,3
Середина: 0,7 м	1079,5 г	112,7	17,6	17	25	4,3	23,4
1,4 м	613,3 г	35,6	15,9	16,2	8,9	4,5	18,9
2,2 м	636 г	26,1	17,2	20,5	13	6	17,2
2,3 м	1043,7 г	23,6	16	20,8	14,2	5,5	19,9
3,5 м	1517,7 г	30	13,5	17,7	15,5	4,3	19
Вершина: 0,7 м	842,5 г	13,3	16,4	23,5	20,3	4,6	21,9
1,5 м	887,8 г	19	13,8	19,6	21	4	22,6
2,4 м	1122 г	14,8	13,8	20,8	22,6	1,3	26,7
2,9 м	718 г	23	19	22,5	16,5	2,5	16,5
3,5 м	1001 г	20,4	15	22	19	1,6	22

Фракционные анализы отходов отсадочных машин (класс крупности более 1мм) приведены в таблице 3.

Таблица 3.12 –

## Данные фракционных анализов отходов углеобогащения

плотность фракций	УПЦ №1		УПЦ №2	
	Выход,%	Зольность,%	Выход,%	Зольность,%
менее 1,5	3.2	10.5	2.5	10.1
1.5-1.8	5.8	34.2	5.6	35.6
1.8-2.0	6.0	60.5	6.4	61.8
более 2.0	85.0	83.0	85.5	84.3

Содержание общей серы в мелких пробах отходах составляла 1.45%, в крупных 86.4%

## 3.4.2. Содержание полезных элементов отсыпанной породы

Таблица 3.13

Анализ породных отвалов Донецкой области на содержание полезных элементов по Мнухину А.Г [25].

Показатели	Результаты анализа проб				
	порода				уголь
	1-я	2-я	3-я	4-я	
Массовая часть золы,%	72,0	65,0	54,1	72,5	21,7
Выход летучих веществ,%	21,5	18,4	17,1	21,2	69,9

Массовая часть серы,%	1,09	0,67	1,75	2,07	2,3
Содержание германия, г/т	40,0	20,0	30,0	55,0	5,0
Массовая часть оксидов в золе,%					
Кремния	47,0	47,0	47,0	47,0	42,0
Железа	20,65	20,65	20,65	20,65	19,96
Алюминия	14,90	14,90	14,90	14,90	18,30
Кальция	3,40	3,40	3,40	3,40	4,15
Марганца	0,14	0,14	0,14	0,14	0,13
Магния	1,45	1,45	1,45	1,45	2,06
Фосфора	0,28	0,28	0,28	0,28	0,86
Железа	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32

Проанализируем методами математической статистики с помощью программы Excel [20] зависимость между массовой частью золы и содержанием алюминия, железа, германия по результатам анализа проб [25].

1. Вычисляем сумму значений  $X_{agr}$  и  $Y_{IQ}$
2. Вычисляем среднее арифметическое для  $X_{agr}$  и  $Y_{IQ}$
3. Вычисляем для каждого испытуемого отклонения от среднего арифметического  $X_{agr}$  и  $Y_{IQ}$
4. Затем возводим в квадрат каждое отклонение:  $(\bar{X}_{agr} - X_{agr})^2$  и  $(\bar{Y}_{IQ} - Y_{IQ})^2$
5. Рассчитываем сумму квадратов отклонений:  $\Sigma(\bar{X}_{agr} - X_{agr})^2$  и  $\Sigma(\bar{Y}_{IQ} - Y_{IQ})^2$
6. Рассчитываем стандартные отклонения, используя формулу стандартного отклонения для переменных  $X_{agr}$  и  $Y_{IQ}$
7. Рассчитываем для каждого наблюдения произведение разности среднего арифметического и значения  $(\bar{X}_{agr} - X_{agr}) - (\bar{Y}_{IQ} - Y_{IQ})$
8. Рассчитываем сумму  $(\bar{X}_{agr} - X_{agr}) - (\bar{Y}_{IQ} - Y_{IQ})$
9. Подставляем полученные значения  $\sigma X_{agr}$ ,  $\sigma Y_{IQ}$ ,  $\Sigma(\bar{X}_{agr} - X_{agr}) - (\bar{Y}_{IQ} - Y_{IQ})$  в формулу коэффициента корреляции Пирсона.
10. В соответствии с таблицей значений величин коэффициента корреляции делаем вывод о силе корреляционной связи.

#### 4. ДЕЛОВАЯ ИГРА КАК ИНСТРУМЕНТ ПОИСКА УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Инструкция для деловой игры

На рассмотрение участников игры поступило 10 проектов природоохранного назначения (табл 4.1) Используя методы эколого-экономического анализа (методы экспертных оценок, методы математического анализа) необходимо определить, какой проект следует реализовать в первую очередь с точки зрения его экологической значимости.

Перечень природоохранных мероприятий по теме: «Обеспечение технологической безопасности при реструктуризации неперспективных угледобывающих предприятий»

Таблица 4.1

Проекты природоохранного назначения

№	Наименование мероприятия
1.	Тушение породных отвалов, разработка проектов по их рекультивации.
2.	Снос зданий и сооружений, снос ветхого жилищного фонда, организация и благоустройство зеленых зон.
3.	Совершенствование нормативно-методической и законодательной базы для обеспечения выполнения природоохранных мероприятий.
4.	Мониторинг деформаций и сдвижений земной поверхности для постоянного контроля и своевременного выявления опасных ситуаций.
5.	Мониторинг подземных вод: показатели откачиваемой воды, химический и бактериологический анализ.
6.	Разработка и внедрение мероприятий по рациональному использованию и охране лесов, животного и растительного мира.
7.	Анализ работы водоотливных комплексов, защита от затопления.
8.	Ликвидация экологических и иных последствий от ранее выполненных работ, рекультивация нарушенных земель.
9.	Проектирование и строительство природоохранных объектов.
10.	Ликвидация неиспользуемых горных выработок, демонтаж оборудования.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Ранги проектов по степени привлекательности											
2	№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Мероприятие
3	1	6	1	7	3	5	2	10	4	8	9	
4	2	5	10	8	1	6	4	7	2	3	9	
5	3	4	2	5	7	1	6	9	3	8	10	
6	4	5	1	7	3	6	4	9	2	8	10	
7	5	6	10	7	3	5	4	9	2	8	1	
8	6	4	1	7	2	6	5	10	3	8	9	
9	7	6	2	7	3	1	5	9	4	8	10	
10	8	6	1	8	3	2	5	10	4	7	9	
11	9	6	10	7	3	2	5	1	4	8	9	
12	10	5	1	7	3	2	6	10	4	8	9	
13	Эксперт											

Рис. 4.1 Обработка результатов ранжирования в программе MicrosoftofficeExcel

13	Эксперт											
14	Сумма рангов по столбцам матрицы:											
15	$\sum R_{ij}=R_{i1}+R_{i2}...R_{in}$											
16	1	6+5+4+5+6+4+6+6+5=									49	
17	2	1+10+2+1+10+1+2+1+10+1=									40	
18	3	7+8+5+7+7+7+7+8+7+7=									66	
19	4	3+1+7+3+3+2+3+3+3+3=									32	
20	5	5+6+1+6+5+6+1+2+2+2=									39	
21	6	2+4+6+4+4+5+5+5+5+6=									46	
22	7	10+7+9+9+9+10+9+10+1+10=									81	
23	8	4+2+3+2+2+3+4+4+4+4=									36	
24	9	8+3+8+8+8+8+8+7+8+8=									75	
25	10	9+9+10+10+1+9+10+9+9+9=									86	
26												
27	Средняя по всем мероприятиям сумма ранга											
28	$R_i=m*(n+1)/2$											
29	$10*(10+1)/2=55$											

Рис. 4.2 Обработка результатов ранжирования в программе MicrosoftofficeExcel

	A	B	C	D	E	F	G	H
31	Отклонение суммы рангов каждого столбца от средней сум							
32		$d_i = \sum r_{ij} - m(n+1)/2$						
33	1	$49 - 10 * (10 + 1) / 2 = -6$						
34	2	$40 - 10 * (10 + 1) / 2 = -15$						
35	3	$66 - 10 * (10 + 1) / 2 = 11$						
36	4	$32 - 10 * (10 + 1) / 2 = -23$						
37	5	$39 - 10 * (10 + 1) / 2 = -16$						
38	6	$46 - 10 * (10 + 1) / 2 = -9$						
39	7	$81 - 10 * (10 + 1) / 2 = 26$						
40	8	$36 - 10 * (10 + 1) / 2 = -19$						
41	9	$75 - 10 * (10 + 1) / 2 = 20$						
42	10	$86 - 10 * (10 + 1) / 2 = 31$						
43								
44	Суммы квадратов отклонений							
45		$\sum d_i^2 = \sum (\sum r_{ij} - m(n+1)/2)^2$						
46		$(6+15+11+23+16+9+26+19+20+31)^2 = 30976$						
47								

Рис. 4.3 Обработка результатов ранжирования в программе MicrosoftofficeExcel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
46		$(6+15+11+23+16+9+26+19+20+31)^2 = 30976$									
47											
48	Коэффициент конкордации										
49		$W = 12 \sum d_i^2 / m^2 * (n^3 - n)$									
50		$12 * 30976 / 10^2 * (10^3 - 10) = 3,75$									
51											
52	Статистический критерий с n-1 степенями свободы										
53		$\chi^2 = m * (n-1) * W$									
54		$10 * (10-1) * 3,75 = 337,5$									
55		$\chi^2_{0,05} = 14,65$									
56	В данном случае согласованность мнений экспертов есть, так как $\chi^2 > \chi^2_{0,05}$										
57	Результатами ранжирования пользоваться можно										
58											

Рис.4.4 Обработка результатов ранжирования в программе MicrosoftofficeExcel

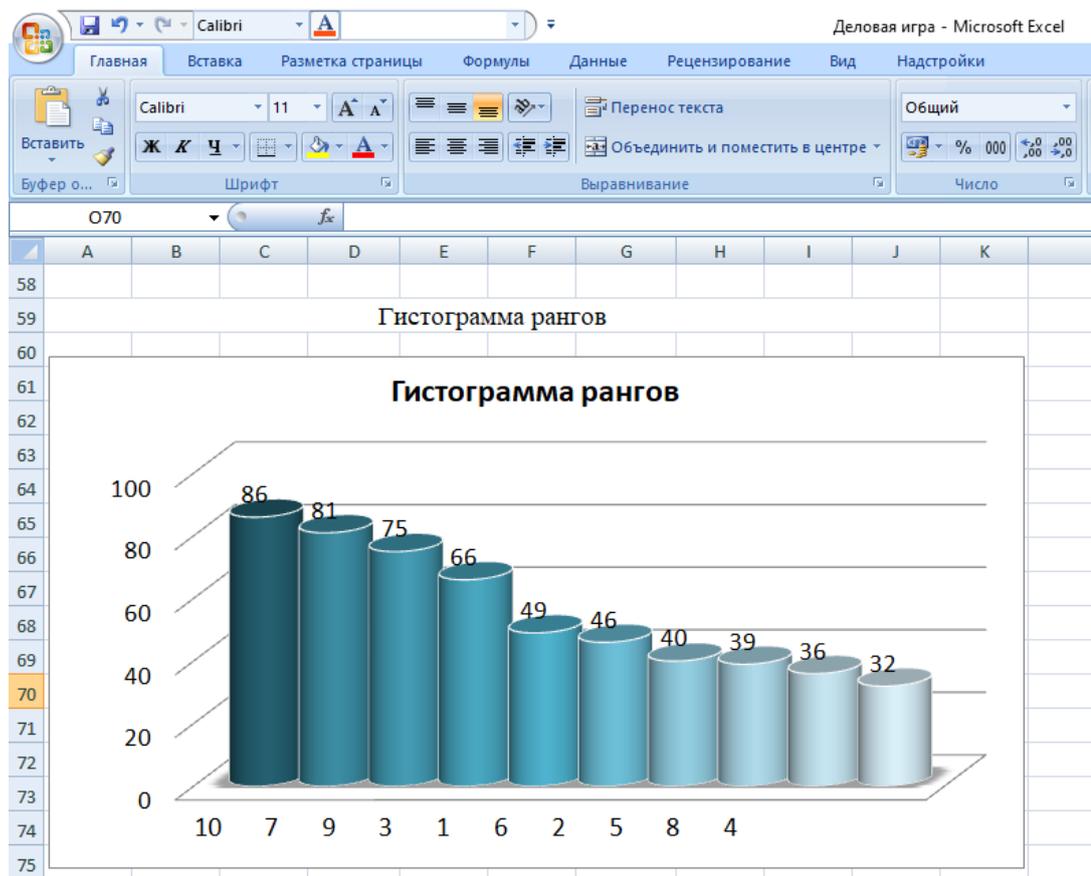


Рис. 4.5 Гистограмма рангов построенная в программе MicrosoftofficeExcel

Таблица 4.2

**Три наиболее ранговых мероприятия природоохранного назначения**

№	Наименование мероприятия
1.	Ликвидация неиспользуемых горных выработок, демонтаж оборудования.
2.	Анализ работы водоотливных комплексов, защита от затопления.
3.	Проектирование и строительство природоохранных объектов.

**Перечень литературы**

1. Закон Луганской Народной Республики «Об охране окружающей среды» г.Луганск, 2018г.
2. Саранчук В.И. Борьба с горением породных отвалов: Киев Наукова думка, 1978 . 167 с
- 3.Высоцкий С.П. и др. Экологический мониторинг породных отвалов горнопромышленных агломераций Сборник Известия Томского политехнического университета № 11 2021 г. с 37=46
- 4.Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых. – Москва: Недра, 1979.

5. Терриконы: монография/ Зубова Л.Г., и др. – Луганск: Изд. Ноулидж, 2015–712 с.

6. Мирзаев Б.А. и др. Экология горного производства: Учебник для вузов – М.; Недра, 1991 – 320 с.

7. Зайцев В.А. Промышленная экология: учебное пособие. – М.: БИНОМ, 2017 – 382 с.–Библиогр. в кн.:то же эл. Режим доступа: <https://www.twirpx.com/file/2330221/>

8. Высоцкий С.П., Козырь Д.А. Экологический мониторинг породных отвалов горнопромышленных агломераций. Известия ТПУ, 2021 № 11, с. 37-46.

9. Янукович В.Ф., Азаров Н.Я. и др. Решение геоэкологических и социальных проблем при эксплуатации и закрытии угольных шахт: Донецк ООО «Алан» 2002.-463 с.

10. Дмитренко, В.П. Экологическая безопасность в техносфере: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, Д.А. Кривошеин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 524 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/76266>

11. Вопросы современной науки и практики. Университет им.В.В.Вернадского. Издательство: Тамбовский государственный технический университет. ISSN 1990-9047. Режим доступа: <http://vernadsky.tstu.ru/ru/>

12. Безопасность техносферы. Издательство: МГТУ им. Н.Э. Баумана. ISSN 1998-071. Режим доступа: <http://magbvt.ru/jornal.html>

13. Рыжов П.А. Математическая статистика в горном деле. – М., «Высшая школа», 1973.

14.Высоцкий С.П., Козырь Д.А. Мониторинг теплового состояния породных отвалов с использованием дистанционных методов контроля// Вестник Академии гражданской защиты научный журнал. 2018. –Вып 1. – С 59-69.

15. Технический отчет о результатах ведения гидрогеологического, газодинамического и геодинамического мониторинга на горных отводах шахт ГУП ЛНР «Углереструктуризация» за 1 квартал 2020 г.

16. Черникова С.А. Применение геоинформационного картографирования при оценке геоэкологического состояния техногенной среды, Воронеж, 2018 г, 5 с.

17. Отчет о научно-технической работе на тему: «обследование территорий горных отвалов ликвидируемых шахт и выполнение отчета по составу и периодичности геодинамического мониторинга. Определение границ теплового состояния породных отвалов участков шахты лнр «шахта «никанор-новая» (4 шахты), «шахта «Фащевская» (2 шахты), «шахта им. В.р. Менжинского» (1 шахта), «шахта «лутугинская» (1 шахта), «шахта «черкасская» (2 шахты), «шахта «ломоватская» (1 шахта), ооо гортехэхо, люберцы 2019 г

18. Методическое руководство к выполнению магистерской диссертационной работы. Учебное пособие для студентов по направлению

подготовки 44.04.04 Профессиональное обучение. Магистерская программа «Безопасность технологических процессов и производств», «Горное дело. Подземная разработка пластовых месторождений» / С.А.Черникова. – Луганск: СУНИГОТ, 2019. – 38 с.

19.Кибер Ленинка — научная электронная библиотека, построенная на парадигме открытой науки [Режим доступа] <https://cyberleninka.ru/> ЛНУ им. В.Даля, 2019. – 54 с.

20.М.М.Протоdjяконов и др. Распределение и корреляция показателей физических свойств горных пород. Справочное пособие М., Недрa, 1981. 192 с

21. Государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.04 «Профессиональное обучение (по отраслям)» утвержден приказом Министерства образования и науки Луганской Народной

22. Комплексный проект инженерной защиты территории Стахановского региона в связи с закрытием группы шахт. Том 1 Пояснительная записка. Макеевка, 1999г.

23.Технический отчет о результатах ведения гидрогеологического, газодинамического и геодинамического мониторинга на горных отводах шахт ГУП ЛНР «Углереструктуризация» за 1 квартал 2020 г.

24. Черникова С.А. Геогидродинамическое обоснование мониторинга затопления угольных шахт Донбасса (на примере Стахановско-Брянковского региона).Автореферат диссертации на соискание степени к.т.н. г. Пермь 2004г.

25. Отчет по мониторингу по участкам шахт ЛНР «Шахта «Никанор - Новая» (4 шахты), «Шахта «Фащевская» (2 шахты), «Шахта им. В.Р. Менжинского» (1 шахта), «Шахта «Лутугинская» (1 шахта), «Шахта «Черкасская» (2 шахты), «Шахта «Ломоватская» (1 шахта), выполненная ООО «Горные экологии и технологии» г. Шахты, РФ по субподрядному договору с ООО «САРАТОВ ЗАПСИБНИИПРОЕКТ-2000», г. Саратов, РФ в 2019г.

26.Раек В.Г., Черникова С.А., Кудашкин А.А. Применение математического моделирования для анализа динамики затопления подработанного массива угольной шахты. // Международная Академия биосферных наук, выпуск 2 по матер. межд. Научно-практической конференции «Экологические проблемы Донбасса и прилегающих регионов», 2003 г. г. Луганск.- С.10-15.

27. Черникова С.А. Прогноз водоподъема в закрывающихся шахтах на основе материалов гидромониторинга восточного Донбасса//Маркшейдерия и недропользование, г. Москва, 2003 г. -№1.- С.27-29.

28. Черникова С.А. Метод геометризации породного массива для прогноза водоподъема с оценкой точности параметров. // Маркшейдерия и недропользование, г. Москва, 2003 г.-№4.- С.51-54.

29. Черникова С.А. Технология маркшейдерского мониторинга затопления угольной шахты на основе геометризации месторождения. // Сб.

Наукові праці Донецького державного технічного університету. Серія: гірничо-геологічна Випуск 11, Донецьк, ДонДТУ, 2003.

30. Отчет «Прогноз развития гидрогеологической ситуации в техногенных горизонтах и на поверхности шахт с предоставлением оптимальной схемы водоотливов и мероприятий, исключающих подтопление поверхности» (этап 3.ЛНР – 17 шахт и ДНР – 23 шахты»).

31.Алексеев С.Ф. Научно-исследовательская работа студентов. – Киев, 1993.

32. Методическое руководство к выполнению магистерской диссертационной работы. Учебное пособие для студентов по направлению подготовки 44.04.04 Профессиональное обучение. Магистерская программа «Безопасность технологических процессов и производств», «Горное дело. Подземная разработка пластовых месторождений» / С.А.Черникова. – Луганск: СУНИГОТ, 2019. – 38 с.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### 3. МОНИТОРИНГ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ И ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ НЕПЕРСПЕКТИВНЫХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

#### 3.1. Шахта «Перевальская»

Затопление горных выработок шахты «Перевальская» (ЛНР) началось в феврале 2015 года. Шахта гидравлически связана с горными выработками шахты «Романовская».

В 2020 года режимные наблюдения за уровнем затопления горных выработок ликвидированной шахты «Перевальская» осуществлялись в вентиляционной скважине №2.

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Вентиляционная скважина № 2	15.01.2020	+255,2	-62,0	+2,8
Вентиляционная скважина №2	12.02.2020	+255,2	-60,3	+1,7
Вентиляционная скважина № 2	25.03.2020	+255,2	-61,5	-1,2
Вентиляционная скважина № 2	17.04.2020	+255,2	-55,05	+6,45
Вентиляционная скважина № 2	22.05.2020	+255,2	-59,3	-4,25
Вентиляционная скважина № 2	19.06.2020	+255,2	-53,0	+6,3
Вентиляционная скважина № 2	25.06.2020	+255,2	-51,45	+1,5
Вентиляционная скважина № 2	03.07.2020	+255,2	-49,23	+1,96
Вентиляционная скважина № 2	10.07.2020	+255,2	-47,26	+1,97
Вентиляционная скважина № 2	17.07.2020	+255,2	-45,11	+2,15
Вентиляционная скважина № 2	24.07.2020	+255,2	-42,41	+2,7
Вентиляционная скважина № 2	31.07.2020	+255,2	-39,01	+3,40
Вентиляционная скважина № 2	07.08.2020	+255,2	-35,41	+3,60
Вентиляционная скважина № 2	14.08.2020	+255,2	-31,81	+3,60

Вентиляционная скважина № 2	21.08.2020	+255,2	-28,77	+3,04
Вентиляционная скважина № 2	28.08.2020	+255,2	-25,9	+2,90
Вентиляционная скважина № 2	04.09.2020	+255,2	-23,2	+2,7
Вентиляционная скважина № 2	11.09.2020	+255,2	-20,3	+2,86
Вентиляционная скважина № 2	18.09.2020	+255,2	-17,8	+2,52
Вентиляционная скважина № 2	25.09.2020	+255,2	-15,0	+2,80
Вентиляционная скважина № 2	02.10.2020	+255,2	-12,2	+2,8
Вентиляционная скважина №2	09.10.2020	+255,2	-9,7	+2,5
Вентиляционная скважина № 2	16.10.2020	+255,2	-7,3	+2,4
Вентиляционная скважина № 2	23.10.2020	+255,2	-5,1	+2,2
Вентиляционная скважина № 2	30.10.2020	+255,2	-3,0	+2,1
Вентиляционная скважина № 2	05.11.2020	+255,2	-1,1	+1,9
Вентиляционная скважина № 2	12.11.2020	+255,2	+0,7	+1,8
Вентиляционная скважина № 2	19.11.2020	+255,2	+2,3	+1,6
Вентиляционная скважина № 2	26.11.2020	+255,2	+4,2	+1,9
Вентиляционная скважина № 2	03.12.2020	+255,2	+4,5	+0,3
Вентиляционная скважина № 2	10.12.2020	+255,2	+5,9	+1,4
Вентиляционная скважина № 2	17.12.2020	+255,2	+7,45	+1,55
Вентиляционная скважина № 2	24.12.2020	+255,2	+9,25	+1,8
Вентиляционная скважина № 2	30.12.2020	+255,2	+10,8	+1,55

### **3.2. Шахта «Славяносербская» (участок бывшей шахты «Романовская»)**

После отключения ВОК с 18.03.2020 г. началось затопление горных выработок л.ш. «Славяносербская» (уч. б.ш.«Романовская») (ЛНР).Шахта гидравлические связана с горными выработками шахты им. Артема и л.ш. «Перевальская».

В течение 2020г. режимные наблюдения за уровнем затопления горных выработок шахты осуществлялось во вспомогательном стволе №8.

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Вспомогательный ствол № 8	27.03.2020	+267,3	-125,0	
Вспомогательный ствол № 8	03.04.2020	+267,3	-120,0	
Вспомогательный ствол № 8	10.04.2020	+267,3	-114,1	20,02
Вспомогательный ствол № 8	17.04.2020	+267,3	-107,1	6,94
Вспомогательный ствол № 8	24.04.2020	+267,3	-98,6	8,54
Вспомогательный ствол № 8	30.04.2020	+267,3	-93,4	5,25
Вспомогательный ствол № 8	08.05.2020	+267,3	-85,3	8,05
Вспомогательный ствол № 8	15.05.2020	+267,3	-80,0	5,35
Вспомогательный ствол № 8	22.05.2020	+267,3	-72,8	7,15
Вспомогательный ствол № 8	29.05.2020	+267,3	-67,2	5,6
Вспомогательный ствол № 8	05.06.2020	+267,3	-63,0	4,2
Вспомогательный ствол № 8	12.06.2020	+267,3	-58,3	4,63
Вспомогательный ствол № 8	19.06.2020	+267,3	-54,1	4,23
Вспомогательный ствол № 8	26.06.2020	+267,3	-49,5	4,65
Вспомогательный ствол № 8	03.07.2020	+267,3	-43,9	5,6
Вспомогательный ствол № 8	10.07.2020	+267,3	-38,5	5,37
Вспомогательный ствол № 8	17.07.2020	+267,3	-33,2	5,31
Вспомогательный ствол № 8	24.07.2020	+267,3	-28,6	4,55
Вспомогательный ствол № 8	31.07.2020	+267,3	-23,4	5,21
Вспомогательный ствол № 8	07.08.2020	+267,3	-20,4	3,02
Вспомогательный ствол № 8	14.08.2020	+267,3	-17,4	2,99

Вспомогательный ствол № 8	21.08.2020	+267,3	-14,5	2,9
Вспомогательный ствол № 8	28.08.2020	+267,3	-12,4	2,06
Вспомогательный ствол № 8	04.09.2020	+267,3	-9,9	2,5
Вспомогательный ствол № 8	11.09.2020	+267,3	-7,5	2,5
Вспомогательный ствол № 8	18.09.2020	+267,3	-5,4	2,1
Вспомогательный ствол № 8	25.09.2020	+267,3	-3,7	1,6
Вспомогательный ствол № 8	02.10.2020	+267,3	-1,7	+2,0
Вспомогательный ствол № 8	09.10.2020	+267,3	-0,1	+1,6
Вспомогательный ствол № 8	16.10.2020	+267,3	1,5	+1,6
Вспомогательный ствол № 8	23.10.2020	+267,3	2,6	+1,04
Вспомогательный ствол № 8	30.10.2020	+267,3	3,8	+1,22
Вспомогательный ствол № 8	06.11.2020	+267,3	5,0	+1,3
Вспомогательный ствол № 8	13.11.2020	+267,3	7,0	+1,95
Вспомогательный ствол № 8	20.11.2020	+267,3	8,8	+1,81
Вспомогательный ствол № 8	27.11.2020	+267,3	10,9	+2,1
Вспомогательный ствол № 8	04.12.2020	+267,3	12,8	+1,9
Вспомогательный ствол № 8	10.12.2020	+267,3	14,6	+1,8
Вспомогательный ствол № 8	18.12.2020	+267,3	16,7	+2,2
Вспомогательный ствол № 8	25.12.2020	+267,3	18,8	+2,05
Вспомогательный ствол № 8	30.12.2020	+267,3	19,9	+1,15

### 3.3 Шахта «Черкасская»

#### Гидрохимический мониторинг

Гидрохимический мониторинг проводится с периодичностью 1 раз/квартал: сброс шахтной воды в р. Лугань; р. Лугань, 500м ниже сброса шахтной воды; р. Лугань, 500м выше сброса шахтной воды.

Результаты химического анализа ВОК и ТКП ш. «Черкасская» за 2020г.

Сброс в реку	2020 год		
	Среднее значение химического анализа за год, мг/л	ПДС	Превышение ПДС, мг/л
ХПК	9,855	48	0
БПК5	2,635	21	0
Сухой остаток	2785,325	2700	85,325
Взвешенные вещ-ва	37,6	27	10,6
Сульфаты	1262,3	1100	162,3
Хлориды	369,6575	300	69,6575
Азот аммонийный	1,991575	0,4	1,591575
Нитраты	0,422975	15,3	0
Нитриты	0,028925	0,3	0
Фосфаты	1,20975	0,5	0,70975
Железо	1,334875	0,2	1,134875
СПАВ	0,00865	0,1	0
Нефтепродукты	0,00875	0,1	0
Цинк	0,00175	0,011	0
Медь	0,0031	0,01	0
Свинец	0,0079	0,022	0
Никель	0,01135	0,04	0
Кобальт	0	0,001	0
Алюминий	0	0,151	0
Хром	0	0,002	0
Марганец	0,004575	0,032	0
Кадмий	0	0,0001	0
Мышьяк	0	0,001	0
Молибден	0	0,001	0
Сурьма	0,000325	0,0025	0
Ванадий	0,0019	0,0014	0,0005
Висмут	0	0,005	0
Титан	0	0,03	0
Селен	0	0,0004	0
Олово	0,0008	0,001	0
Литий	0,3495	0,05	0,2995
Ртуть	0	0,00025	0

### 3.4. Участки шахт «Голубовская», «Первомайская», «Бежановская»

На данном участке в 4 квартале мониторинг проводится по следующим видам:

- гидрогеологический (ш. «Голубовская», ш. «Первомайская»);
- газодинамический (ш. «Голубовская», ш. «Первомайская», ш. «Бежановская»);
- геодинамический (ш. «Голубовская», ш. «Первомайская», ш. «Бежановская»).

См. Приложение 1  
Шахта «Голубовская»

Шахта «Голубовская» (ЛНР) была закрыта 12.10.2007г. До 24.10.2016 года шахта эксплуатировалась в режиме подземного водоотливного комплекса. Водоотлив шахты откачивал собственный приток шахтных вод и дополнительный приток смежных ликвидированных шахт им. С.М. Кирова, «Бежановской» и «Первомайская». После отключения подземного водоотливного комплекса, шахта перешла в режим затопления.

Шахта «Голубовская» имеет прямую подтвержденную гидравлическую связь с ш. им. Кирова на абс. отм. -323м.

#### Гидрогеологический мониторинг

В течение 2020 года режимные наблюдения за уровнем затопления горных выработок шахты «Голубовская» осуществлялись путем замера уровня воды в клетьевом вертикальном стволе №2 (абс. отметка устья +167,0 м). Абсолютная отметка уровня затопления горных выработок -84,1 м.

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Клетьевой вертикальный ствол №2	10.01.2020	+167,0	-83,1	0,3
Клетьевой вертикальный ствол №2	28.01.2020	+167,0	-83,1	0,0
Клетьевой вертикальный ствол №2	11.02.2020	+167,0	-81,9	1,2
Клетьевой вертикальный ствол №2	03.03.2020	+167,0	-81,9	0,0
Клетьевой вертикальный ствол №2	24.03.2020	+167,0	-81,9	0,0
Клетьевой вертикальный ствол №2	07.04.2020	+167,0	-81,3	0,6
Клетьевой вертикальный ствол №2	21.05.2020	+167,0	-80,1	1,2
Клетьевой вертикальный ствол №2	04.06.2020	+167,0	-80,1	0,0
Клетьевой	30.06.2020	+167,0	-79,8	0,3

вертикальный ствол №2				
Клетевой вертикальный ствол №2	09.07.2020	+167,0	-79,6	0,2
Клетевой вертикальный ствол №2	28.07.2020	+167,0	-79,6	0,0
Клетевой вертикальный ствол №2	17.08.2020	+167,0	-80,6	-1,0
Клетевой вертикальный ствол №2	07.09.2020	+167,0	-80,5	0,1
Клетевой вертикальный ствол №2	21.09.2020	+167,0	-80,2	0,3
Клетевой вертикальный ствол №2	05.10.2020	+167,0	-80,2	0,0
Клетевой вертикальный ствол №2	05.11.2020	+167,0	-81,6	-1,4
Клетевой вертикальный ствол №2	19.11.2020	+167,0	-82,2	-0,6
Клетевой вертикальный ствол №2	10.12.2020	+167,0	-83,4	-1,2
Клетевой вертикальный ствол №2	29.12.2020	+167,0	-84,1	-0,7

### Геодинамический мониторинг

На горном отводе шахты расположено 104 устья горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

На промплощадке л.ш. «Голубовская» расположены 3 вертикальных ствола и 1 наклонный. Доступ посторонних лиц к указанным выработкам закрыт, подходы огорожены лентой и вывешены знаки «Опасная зона».

1. Главный наклонный ствол шахты 100 – на момент проверки доступа в горную выработку нет. Имеется котлован размерами 5м x 12м x 5м=300м<sup>3</sup> (30м от устья по направлению выработки). Выработка находится на значительном удалении от жилых домов (1,5км).

2. Вспомогательный наклонный ствол шахты 100 – на момент проверки доступа в горную выработку нет. Имеется котлован размерами 6м x 8м x 5м=240м<sup>3</sup> (30м от устья по направлению выработки). Выработка находится на значительном удалении от жилых домов (1,5км).

3. Вентиляционный наклонный ствол шахты 100 – на момент проверки доступа в горную выработку нет. Имеется котлован размерами 6м x 6м x 3м=108м<sup>3</sup> (10м от устья по направлению выработки). Выработка находится на значительном удалении от жилых домов (1км).

4. Главный наклонный ствол шахты 102 бис – на момент проверки доступа в горную выработку нет. Имеется котлован размерами 4м x 4м x 2м=32м<sup>3</sup> (10м от устья по направлению выработки). Выработка находится на значительном удалении от жилых домов (1км).

5. Вспомогательный наклонный ствол шахты 102 бис – на момент проверки доступа в горную выработку нет. Имеется котлован размерами 8м x 11м x 7м=616м<sup>3</sup> (в устье выработки). Выработка находится на значительном удалении от жилых домов (1км).

### **Шахта «Первомайская»**

Шахта «Первомайская» (ЛНР) являлась действующим угледобывающим предприятием до сентября 2015 года.

В результате боевых действий была повреждена трансформаторная подстанция, откачка воды на шахте «Первомайская» прекратилась и с 02.09.2015 года началось её затопление. Шахта «Первомайская» имеет гидравлическую связь с ш. «Голубовская» на абс. отм. -160м и -141м.

Горные выработки шахты «Первомайская» гидравлически связаны с ликвидированной шахтой «Родина» через участки прямой сбойки на абс. отм. -156,9м, -104,5м и -68м, которая в свою очередь гидравлически связана с угледобывающими предприятиями: шахта «Золотое», шахта «Горская», шахта «Карбонит» и ликвидированной шахтой «Радуга».

Шахта «Золотое», шахта «Горская» и шахта «Карбонит» располагаются на территории, подконтрольной Украине.

В течении 2020г. режимные наблюдения за уровнем затопления горных выработок шахты осуществляются в клетевом вертикальном стволе №2 (абс. отм. уровня затопления -89,2 м).

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Клетевой вертикальный ствол №2	10.01.2020	+162,0	-87,8	0,2
Клетевой вертикальный ствол №2	28.01.2020	+162,0	-87,8	0,0
Клетевой вертикальный ствол №2	11.02.2020	+162,0	-87,3	0,5

Клетевой вертикальный ствол №2	03.03.2020	+162,0	-86,9	0,40
Клетевой вертикальный ствол №2	24.03.2020	+162,0	-86,2	0,70
Клетевой вертикальный ствол №2	07.04.2020	+162,0	-85,9	0,30
Клетевой вертикальный ствол №2	21.05.2020	+162,0	-84,9	1,00
Клетевой вертикальный ствол №2	04.06.2020	+162,0	-84,9	0,0
Клетевой вертикальный ствол №2	30.06.2020	+162,0	-84,6	0,35
Клетевой вертикальный ствол №2	09.07.2020	+162,0	-84,4	0,15
Клетевой вертикальный ствол №2	28.07.2020	+162,0	-84,4	0,0
Клетевой вертикальный ствол №2	17.08.2020	+162,0	-85,4	-1,0
Клетевой вертикальный ствол №2	07.09.2020	+162,0	-86,2	-0,80
Клетевой вертикальный ствол №2	21.09.2020	+162,0	-85,9	0,30
Клетевой вертикальный ствол №2	05.10.2020	+162,0	-85,9	0,0
Клетевой вертикальный ствол №2	05.11.2020	+162,0	-86,7	-0,8
Клетевой вертикальный ствол №2	19.11.2020	+162,0	-87,7	-1,0
Клетевой вертикальный ствол №2	10.12.2020	+162,0	-89,2	-1,5

### Газодинамический мониторинг

За 2020 год на 38 контролируемых объектах произведено 380 замера. Случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры производятся шахтным интерферометром ШИ-11.

### **Геодинамический мониторинг**

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 27 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

На промплощадке «Первомайская» расположены 2 вертикальных ствола. Вертикальные стволы №1 и №2 не засыпаны, но перекрыты металлическими листами. Доступ посторонних лиц к выработкам закрыт, подходы огорожены лентой и вывешены знаки «Опасная зона». Территория находится под охраной.

При обследовании территории горного отвода ш. «Первомайская» провалов не выявлено.

### ***шахта им. С. М. Кирова***

#### **Гидрогеологический мониторинг**

Шахта им. Кирова гидравлически связана через сбойку на абс. отм. - 89,7 с ш. им. С.М. Кирова. Шахта им. Кирова имеет прямую подтвержденную гидравлическую связь с ш. «Голубовская» на абс. отм. -323м, и в настоящее время шахты затапливаются совместно, с одним зеркалом воды.

Гидрогеологический мониторинг проводится с периодичностью 1раз/полугодие.

#### **Газодинамический мониторинг**

За 2020 год на 2651 контролируемых объектах произведено 47263 замеров. Случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры производятся шахтным интерферометром ШИ-11.

#### **Геодинамический мониторинг**

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 58 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

На промплощадке л.ш. им. С. М. Кирова расположены 3 вертикальных ствола.

1. Главный ствол шахты им. С. М. Кирова - засыпан. В устье засыпанного ствола имеется котлован размерами 4,5м x 4,5м x 7м=141 м<sup>3</sup>.

2. Вертикальные стволы №1 и №2 – не ликвидированы и не засыпаны, но перекрыты металлическими листами. Доступ посторонних лиц к выработкам закрыт, подходы огорожены лентой и вывешены знаки «Опасная зона». Территория находится под охраной.

3. Вентиляционные скважины №1 и №2 л.ш. им. С. М. Кирова (расположенные в районе вентиляционного ствола №5 л.ш.«Голубовская») – не ликвидированы, перекрыты деревянными брусками. Скважины ограждены и имеют знаки «Опасная зона». Выработки находятся на значительном удалении от жилых домов (1,5км).

## **Шахта «Бежановская»**

### **Гидрогеологический мониторинг**

В связи с тем, что остаточный приток шахтных вод ш. "Бежановская" (ЛНР) в полном объеме перетекает на шахту им. С.М. Кирова не представляется возможным проводить мониторинг уровня затопления шахты. шахта «Бежановская» гидравлически связана через сбойку на абс. отм. -89,7 с ш. им. Кирова.

### **Газодинамический мониторинг**

За 2020 год 16 на контролируемых объектах произведено 216 замеров. Случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры производятся шахтным интерферометром ШИ-11.

### **Геодинамический мониторинг**

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 9 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

При обследовании территории горного отвода провалов не выявлено.

### **Участок «Брянковская группа шахт»**

На данном участке в 4 квартале мониторинг проводился по следующим видам:

- гидрогеологический (ш. «Брянковская», ш. «Ломоватская», ш. «Вергелевская», ш. «Краснопольевская», ш. «Анненская»);
- гидрохимический (ш. «Брянковская», ш. «Никанор»)
- газодинамический (ш. «Брянковская», ш. «Ломоватская», ш. «Вергелевская», ш. «Краснопольевская», ш. «Анненская»);
- геодинамический (ш. «Брянковская», ш. «Криворожская», им. Дзержинского, ш. «Ломоватская», ш. «Вергелевская», ш. «Краснопольевская», ш. «Анненская», ш. «Никанор», ш. «Никанор-Новая», ш. «Комиссаровская»).

### **Гидрохимический мониторинг**

*Шахта «Брянковская»* работает в водоотливном режиме. Шахтные воды, выдаются на поверхность тремя погружными насосами из вертикального ствола шахты по напорному коллектору диаметром 273мм (в две нитки длиной 1260м) сбрасываются в самотечный коллектор (ж/б трубы диаметром 500мм, длиной 360м) и далее через пруды «Голубое озеро», «Сенатка» по рельефу местности сбрасываются через пруды «Дубки» и «Молочный» в р. Нижняя Камышеваха.

Гидрохимический мониторинг проводится с периодичностью 1 раз/квартал: сброс шахтной воды в р. Нижняя Камышеваха; р. Нижняя Камышеваха, 500м ниже сброса шахтной воды; р. Нижняя Камышеваха, 500м выше сброса шахтной воды.

### Результаты химического анализа ВОК ш. «Брянковская» за 2020г.

Сброс в реку	2020 год		
	Среднее значение химического анализа за год, мг/л	ПДК	Превышение ПДК, мг/л
ХПК	9,48	30	0
БПК5	3,27	2,26	1,01
Сухой остаток	2104,6	1500	604,6
Взвешенные вещ-ва	28,775	25,05	3,725
Сульфаты	1512,8	600	912,8
Хлориды	209,28	400	0
Азот аммонийный	0,3802	0,39	0
Нитраты	0,614713	40	0
Нитриты	0,058075	0,08	0
Фосфаты	0,1545	3,12	0
Железо	0,2433	0,1	0,1433
СПАВ	0	0,2	0
Нефтепродукты	0,05325	0,05	0,00325
Цинк	0,050225	0,01	0,040225
Медь	0,00025	0,001	0
Свинец	0,009825	0,1	0
Никель	0,03295	0,01	0,02295
Кобальт	0	0,01	0
Алюминий	0	0,04	0
Хром	0,003725	0,001	0,002725
Марганец	0,01765	0,01	0,00765
Кадмий	0	0,005	0
Мышьяк	0	0,05	0
Молибден	0	0,001	0
Сурьма	0	0,01	0
Ванадий	0,0027	0,001	0,0017
Висмут	0	0,1	0
Титан	0,003725	0,06	0
Селен	0,000875	0,002	0
Олово	0	0,112	0
Литий	0,2035	0,08	0,1235
Ртуть	0	0,005	0

### Газодинамический мониторинг

За период 2020 года на ш. «Брянковская» (ш.«Криворожская», им. Дзержинского) на 1626 контролируемых объектах произведено 72720 замера. Случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры выполнены шахтным интерферометром ШИ-11.

### **Геодинамический мониторинг**

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 20 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

Действующих выработок – 1.

При обследовании провалов и неудовлетворительного состояния устьев горных выработок не установлено.

На горном отводе данных шахт находятся 20 устьев горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность. Из них:

-1 выработка действующая (скиповой ствол), по которой производится откачка воды ВОК ш. «Брянковская»;

- 9 выработок – разбиты плиты перекрытия, имеются провалы;

- 18 выработок – срезаны газоотводные тубы;

- 10 выработок – срезаны люки для дозасыпки засыпочногo материала;

- 11 выработок – разбито ограждение устьев.

1. Грузо-людской ствол (11-РАУ) - разбито ограждение, срезана газоотводная труба и люк для засыпки грунта. Разбит полок перекрытия ствола. Просадка засыпочногo материала 7м.

2. Клетевой ствол (11-РАУ) - отсутствует ограждение, срезана газоотводная труба. Просадка засыпочногo материала 3м. Засыпается бытовым мусором.

3. Скважина №2 (11-РАУ) - разбито ограждение и перекрытие ствола. Срезана газоотводная труба и люк для засыпки грунта. Вырезана металлическая футеровка скважины. Просадка засыпочногo материала до 7м. Засыпается бытовым мусором. Временное ограждение восстановлено.

4. Скважина №3 (11-РАУ) - разбито ограждение и перекрытие ствола. Срезана газоотводная труба и люк для засыпки грунта. Просадка засыпочногo материала до 3,5м. Засыпается бытовым мусором. Временное ограждение восстановлено.

5. Скажина 6-Д - срезана газоотводная труба. Территория, прилегающая к объекту изрыта, зарастает травой и кустарником, деревьями.

6. Клетевой ствол пл. 1<sub>6</sub> - срезан люк для засыпки материала. Срезана газоотводная труба.

7. Людской ходок пл.м<sub>4</sub> - имеется провал над наклонным стволом, глубиной 8 м.

8. Шахта № 206 вент.ходок на пл. 1<sub>4</sub> – отсутствует ограждение, срезана газоотводная труба.

### ***ш. «Криворожская»***

### **Геодинамический мониторинг**

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 20 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

При обследовании выявлено:

1. Скважина 3-Д – срезана газоотводная труба.

2. Скважина 4-Д (АТП) - срезана газоотводная труба, засыпана бытовым мусором.

3. Скважина 4-Д (желтые воды) – вырезана металлическая футеровка, срезана газоотводная труба, проседание грунта 2,9 м.

4. Клетевой ствол – частично разбито ограждение и перекрытие ствола. Нет крышки люка для засыпки грунта, срезана газоотводная труба. Просадка засыпного материала до 21 м. Территория заросла молодыми деревьями. Временное ограждение восстановлено.

5. Скиповой ствол – огражден столбами и колючей проволокой, срезана газоотводная труба и люк для засыпки грунта. Глубина провала 0,7 м.

6. Ствол №8/2 – разбито ограждение, срезана газоотводная труба и нет крышки люка. Просадка засыпного материала 1,5 м. Ствол зарастает кустарником и деревьями. Засыпается бытовым мусором.

7. Скважина №50 – разбито ограждение и перекрытие скважины. Нет газоотводной трубы. Просадка засыпного материала до 2,9 м.

### *ш. им. Дзержинского*

#### **Геодинамический мониторинг**

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 20 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

При обследовании выявлено:

1. Клетевой ствол (21-23) – засыпан землей. Срезана газоотводная труба и люк для засыпки грунта.

2. Скиповой ствол (21-23) – разбито ограждение, срезана газоотводная труба. Разбито перекрытие ствола. Просадка засыпного материала 3,5 м.

3. Скиповой ствол – разбито ограждение и перекрытие ствола. Срезана газоотводная труба. Нет крышки люка. Территория изрыта в поисках металла.

4. Ствол №7- срезана газоотводная труба. Частично нарушено ограждение, срезан люк для засыпки грунта.

### **Шахта «Ломоватская»**

#### **Гидрогеологический мониторинг**

Затопление горных выработок шахты «Ломоватская» (ЛНР) началось 20.08.2017г. Шахта не связана горными работами с близлежащими шахтами. Абсолютная отметка уровня затопления на момент остановки водоотлива составляла -105,2м. На начало 2019 года уровень затопления находился на отметке +110,8м, на конец 2019 г. +153,4м. За год уровень воды поднялся на 42,6м, со среднегодовой скоростью затопления 0,12м/сутки. Наиболее интенсивно процесс затопления происходил между рабочими горизонтами 400м (абс. отм. -105,0м) и 246м (абс. отм. +53,9м), т.к. площадь затопления была минимальной и равнялась сечениям стволов. Пунктом режимных наблюдений за колебаниями уровня подземных и шахтных вод является Западный клетевой ствол. Результаты сведены в таблицу

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Клетевой ствол	09.01.2020	+295,8	+153,4	
Клетевой ствол	11.02.2020	+295,8	+154,2	+0,8
Клетевой ствол	10.03.2020	+295,8	+151,8	-2,4
Клетевой ствол	29.04.2020	+295,8	+153,1	+1,3
Клетевой ствол	26.05.2020	+295,8	+153,5	+0,4
Клетевой ствол	22.06.202	+295,8	+153,9	+0,4
Клетевой ствол	22.07.2020	+295,8	+154,0	+0,1
Клетевой ствол	26.08.2020	+295,8	+154,15	+0,15
Клетевой ствол	23.09.2020	+295,8	+154,1	-0,05
Клетевой ствол	27.10.2020	+295,8	+153,9	-0,20
Клетевой ствол	24.11.2020	+295,8	+153,8	-0,10
Клетевой ствол	24.12.2020	+295,8	+153,63	-0,17

### Гидрохимический мониторинг

Гидрохимический мониторинг на горном отводе не проводится, т.к. отсутствует выход шахтных вод на поверхность.

### Газодинамический мониторинг

За период 2020 года на 1323 контролируемых объектах произведено 37160 замеров. Случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры выполнены шахтным интерферометром ШИ-11.

### Геодинамический мониторинг

На горном отводе шахты находятся 46 устья горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность. Из них:

- 2 ствола не ликвидированы;
- 2 выработки – разбиты плиты перекрытия, имеются провалы;
- 5 выработок – срезаны газоотводные тубы;
- 3 выработки – разбито ограждение устьев.

1. Западный клетевой ствол гор.500м –перекрытие разрушено, провал диаметром10м и глубиной 10м.

2. Шахта №18а – провал длиной 3м, шириной 2м и глубиной 1,5м.

3. Шахта Конжуховского – устье вскрыть,провал диаметром 4м, глубиной 1,5 м.

4. Вост. вент.шурф №1 пл.т<sub>3</sub> – провал диаметром 6м, глубиной 0,5м.

4. Штольня Даниловича – провал длиной 6м, шириной 5м, глубиной 8м.

6. Стволы шахты №29 – провал диаметром 5м, глубиной 15м.

7. Вост. шурф №5 пл.т<sub>3</sub> – провал длиной 7м, шириной 5м, глубиной 6м.

8 Ствол №2 ш. ЮРДМО – провал глубиной до 7м, диаметром 6м.

Вскрышными работами изрыта площадка ш.№18, ш. Слав.сада, западный вент. ствол пл. I<sub>6</sub>, ш. Артем.сталь, ш. Артели НКС, ш. Харитонова, ствол №1 ш.№4, штольня Конжуховского.

Также на горном отводе шахты «Ломоватская» были обследованы выходы на поверхность, где ранее велись несанкционированные работы в районе поселка Червоный Прапор по выходу пласта m<sub>6</sub>. Площадь нарушенных земель составляет 20000 м<sup>2</sup>.

### **ш. «Вергелевская» Гидрогеологический мониторинг**

С июля 2014 г. шахта «Вергелевская» (ЛНР) прекратила работу из-за опасности обстрела и риска для рабочих. В 2015 году была возобновлена работа по откачке шахтной воды. С 01.04.2020 г. началось затопление горных выработок шахты «Вергелевская». Гидравлических связей с другими шахтами не имеет. Выход шахтных вод ожидается в балке р. Лозовая на отметке +270,0м (абс.) Затопление шахты, до отметки разлива, произойдет позднее 2025 года (1821 день).

Пунктом режимных наблюдений за колебаниями уровня подземных и шахтных вод является клетевой ствол № 3. Результаты сведены в таблицу

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Клетевой ствол № 3	30.07.2020	+292,8	-44,4	5,0
Клетевой ствол № 3	14.08.2020	+292,8	-44,4	5,0
Клетевой ствол № 3	30.09.2020	+292,8	-38,4	11,0
Клетевой ствол № 3	09.10.2020	+292,8	-36,1	2,3
Клетевой ствол № 3	19.10.2020	+292,8	-33,9	2,2
Клетевой ствол № 3	29.10.2020	+292,8	-31,4	2,5
Клетевой ствол № 3	09.11.2020	+292,8	-29,4	2,0
Клетевой ствол № 3	27.11.2020	+292,8	-26,8	2,6
Клетевой ствол № 3	30.12.2020	+292,8	-19,2	7,6

### **Гидрохимический мониторинг**

Гидрохимический мониторинг на горном отводе не проводится, т.к. отсутствует выход шахтных вод на поверхность.

### **Газодинамический мониторинг**

За апрель-декабрь 2020 года на 660 контролируемых объектах произведено 11458 замеров. случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры произведены газоанализатором «Комета – М».

### **Геодинамический мониторинг**

На горном отводе шахты находятся 19 устьев выработок, имеющих выход на поверхность. В ходе обследования установлено:

Не ликвидированные выработки:

1. Вентиляционный ствол № 1 гор.180 м – просадка засыпочногo материала на глубину 0,5 м. Опасная зона ограждена предупреждающими знаками.

2. Скиповой ствол № 2 гор.340 м – скипа подняты на нулевую отметку и установлены на опоры. Надшахтное здание закрыто на замок. Центральная промплощадка находится под охраной ТКП шахта «Вергелевская», доступ посторонних лиц невозможен.

3. Клетевой ствол № 3 гор.340 м – надшахтное здание закрыто на замок. Клетки стоят на нулевой отметке, на металлических балках. Ляды закрыты. Центральная промплощадка находится под охраной ТКП шахта «Вергелевская», доступ посторонних лиц невозможен.

4. Вспомогательный ствол № 4 гор.700 м – устье ствола перекрыто. Надшахтное здание находится под охраной ТКП шахта «Вергелевская», доступ посторонних лиц невозможен.

5. Вентиляционная скважина № 1 гор.340 м – устье скважины перекрыто лядами. Здание вентиляционной скважины находится под охраной ТКП шахта «Вергелевская», доступ посторонних лиц невозможен.

6. Вентиляционная скважина № 2 гор.490 м – устье скважины не перекрыто (срезана решетка), по окружности устье ограждено металлической сеткой. Возможен свободный подход к устью скважины. Опасная зона ограждена предупреждающими знаками.

7. Вентиляционная скважина № 3 гор.490 м – устье скважины перекрыто лядами. Здание вентиляционной скважины закрыто на замок и находится под охраной ТКП шахта «Вергелевская», доступ посторонних лиц невозможен.

Выработки с неудовлетворительным состоянием устьев;

1. Наклонный ствол шахта № 4- расположен в 1,0 км на восток от центральной промышленной площадки шахты. Горная выработка горизонтальная.

В месте нахождения горной выработки пруд-отстойник шахтных вод, заполненный водой. Из-за остановки водоотливного комплекса шахта «Вергелевская» происходит падение уровня воды в прудах-осветлителях. Вследствие чего вскрылось ранее затопленное устье выработки.

2.Шурф Н-80 – расположен в 200 м на юго-восток от центральной промышленной площадки шахты. Горная выработка вертикальная. Способ ликвидации выработки неизвестен. Документация не сохранилась. Ограждения отсутствуют. Признаки несанкционированного доступа отсутствуют. Устье обваловано, засыпано горной породой, грунтом. Равнина, везде вывалы горной породы, дорога. Территория - густо заросшая кустарниками и деревьями. Подход затруднен. Наблюдается провал глубиной 3,0 м.

3. Наклонный ствол ш. 110-бис – просадка засыпочногo материала на глубину 1,0м. материала на глубину 1,0 м.

4. Вспомогательный наклонный ствол ш. 1-47 – отсутствует ограждение, просадка грунта-0,5м

5. Главный наклонный ствол ш. 1-47 – отсутствует ограждение, просадка грунта-0,5м

### **Шахта «Краснопольевская» Гидрогеологический мониторинг**

Шахта «Краснопольевская» затопливается с 30.04.2010г. шахта имеет гидравлические связи на абс. отм. +51,0м с ш. № 49, которая в свою очередь имеет гидравлическую связь на абс. отм. +97,5м с ш. «Анненская».

На поле шахты «Краснопольевская» предусмотрено проведение гидрогеологического мониторинга по двум стволам шахты (Клетьевого, Скипового).

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Клетье вой ствол	31.01.2020	+245,8	+175,8	
	21.02.2020		+167,8	-8,0
	24.03.2020		+171,8	+4,0
	22.04.2020		+172,8	+1,0
	22.05.2020		+174,8	+2,0
	22.06.2020		+172,8	-2,0
	24.07.2020		+185,8	+7,0
	25.08.2020		+171,8	-6,0
	23.09.2020		+172,8	+1,0
	23.10.2020		+173,8	+2,0
	25.11.2020		+171,8	-2,0
	17.12.2020		+175,8	+4,0
Скипо вой ствол	31.01.2020	+245,8	+175,8	
	21.02.2020		+167,8	-8,0
	24.03.2020		+171,8	+4,0
	22.04.2020		+172,8	+1,0
	22.05.2020		+174,8	+2,0
	22.06.2020		+172,8	-2,0
	24.07.2020		+185,8	+7,0
	25.08.2020		+171,8	-6,0
	23.09.2020		+172,8	+1,0
	23.10.2020		+173,8	+2,0
	25.11.2020		+171,8	-2,0
	17.12.2020		+175,8	+4,0

### **Гидрохимический мониторинг**

Гидрохимический мониторинг на горном отводе не проводится, т.к. отсутствует выход шахтных вод на поверхность.

### **Газодинамический мониторинг**

За период 2020 год на 2793 контролируемых объектах произведено 55632 замера. Случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры произведены шахтным интерферометром ШИ-11.

### **Геодинамический мониторинг**

На горном отводе шахты находятся 104 устья горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность. Из них:

- 2 ствола не ликвидированы;
- 2 выработки – разбиты плиты перекрытия, имеются провалы;
- 5 выработок – срезаны газоотводные тубы;
- 3 выработки – разбито ограждение устьев.

1. Клетевой ствол - не ликвидировался и не перекрыт. Украдено металлическое ограждение, изрыта площадка, ведутся работы по изъятию из земли металла и разбираются здания. Восстановлено временное ограждение

2. Скиповой ствол - не ликвидировался и не перекрыт, металлическое ограждение украдено, площадка изрыта. Восстановлено временное ограждение. Подъезд к стволу возможен.

3. Вент.скважина №2 –газоотводная труба срезана.

4. Сбойка №5 пл. м<sub>6</sub> - газоотводная труба срезана.

5. Восточный шурф пл. м<sub>6</sub> - засыпан бытовым мусором.

6. Вертикальный ствол б.ш. №6 – ограждение отсутствует, газоотводная труба срезана.

7. Наклонный ствол пл. м<sub>6</sub> «Алмазьянского завода» - срезана газоотводная труба, ограждение разбито. Восстановлено временное ограждение.

8. Наклонный ствол пл. м<sub>6</sub> «Мазуровка» - разбито ограждение и срезана газоотводная труба. Возле ствола имеется карьер 17х5 м, глубиной 2,5 м. Временное ограждение восстановлено.

9. Вент.скважина №1 - срезана газоотводная труба, верхний полук перекрытия разбит, ограждения нет. Просадка засыпного материала до 14.5 м. Временное ограждение восстановлено.

10. Б.ш. №5 «Сталь» - на площадке вскрыт канал вентилятора главного проветривания, карьер размерами 15х5 м и глубиной 6 м. Имеются провалы d= 4 м глубиной 3,5 м. Временное ограждение восстановлено.

### ***шахта «Анненская»***

### **Гидрогеологический мониторинг**

Шахта «Анненская» прекратила работу 02.09.2000г. имеет гидравлическую связь с ш. № 49 на абс. отм. +97,5м, которая имеет гидравлическую связь с ш. «Краснопольевская» на абс. отм. +51,0м.

На поле шахты «Анненская» (ЛНР) проведение гидрогеологического мониторинга предусмотрено по существующим гидронаблюдательным скважинам (№ А2-Гн, А1-Гн, А6-Гн). Результаты сведены в таблицу

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Глубина уровня воды, м
Гидронаблюдательная скважина А2 Гн	23.10.2020	-	-	забита
	25.11.2020		-	забита
	16.12.2020		-	забита
Гидронаблюдательная скважина А1 Гн	31.01.2020	+154,0	152,4	
	21.02.2020		152,4	0,0
	24.03.2020		152,6	+0,2
	22.04.2020		152,8	+0,2
	22.05.2020		152,6	-0,2
	22.06.2020		152,3	-0,3
	24.07.2020		152,8	+0,5
	25.08.2020		152,9	+0,1
	23.09.2020		152,5	-0,4
	23.10.2020		+152,5	0,0
	25.11.2020		+153,3	0,8
	16.12.2020		+153,3	0,0
Гидронаблюдательная скважина А6 Гн	31.01.2020	-		5
	21.02.2020			5
	26.03.2020			7
	22.04.2020			5
	22.05.2020			8
	22.06.2020			5
	24.07.2020			6
	25.08.2020			5,4
	23.09.2020			9,5
	23.10.2020			7,3
	25.11.2020			7,1
	16.12.2020			6,3

### Гидрохимический мониторинг

Гидрохимический мониторинг на горном отводе не проводится, т.к. отсутствует выход шахтных вод на поверхность.

### Газодинамический мониторинг

За период 2020 год на 1524 контролируемых объектах произведено 29784 замера. Случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было. Замеры произведены шахтным интерферометром ШИ-11.

### Геодинамический мониторинг

На горном отводе шахты находятся 82 устья горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность. Из них:

- 5 выработок – разбиты плиты перекрытия, имеются провалы;
- 7 выработок – срезаны газоотводные тубы;
- 5 выработок – срезаны люки для дозасыпкисасыпочногo материала;
- 7 выработок – разбито ограждение устьев.

1. Клетевой ствол – ограждения нет, газоотводная труба и люк для дозасыпки срезаны, провалов нет. Временное ограждение восстановлено.

2. Скиповой ствол – похищено ограждение, люк для засыпки и газоотводная труба, провалов нет. Временное ограждение восстановлено.

3. Вент.ствол №1 – ограждения нет, разбито перекрытие, газоотводная труба и люк для засыпки срезаны. Просадка засыпочногo материала через люк засыпки до 15 м. Территория зарастает кустарниками и деревьями. Вент.ствол находится в 10 метрах от дороги. Временное ограждение восстановлено.

4. Вент.ствол №2 – ограждения нет, частично разбито перекрытие, газоотводная труба и люк для засыпки срезаны. Просадка засыпочногo материала через люк засыпки до 17 м. Территория зарастает кустарниками и деревьями. Временное ограждение восстановлено. Подъезд к стволу в 3 метрах от дороги.

5. Южный шурф пл. I<sub>3</sub> – ограждения нет, газоотводная труба срезана. Разбито перекрытие 3x5м. Просадка засыпочногo материала 1,5 м, территория зарастает кустарниками и деревьями. Временное ограждение восстановлено.

6. Вент.скважина d-1,8 – ограждения нет, люк для засыпки срезан, газоотводная труба срезана. Бетонное перекрытие разбито на 50 %, провал 7м. Временное ограждение восстановлено.

7. Ствол шахты №8 - ограждения нет, разбита одна плита перекрытия, глубина провала 10 метров. Временное ограждение восстановлено.

### *шахта «Комиссаровская»*

#### **Геодинамический мониторинг**

На горном отводе шахты находятся 46 устьев горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность. Из них: - 8 выработок – разбиты плиты перекрытия, имеются провалы.

1. Вентиляционный шурф № 138 шахты №1 пл. m<sub>3</sub> –выработка вертикальная. Год ликвидации – 1959, способ ликвидации выработки - неизвестен. Документация не сохранилась. Выработка расположена в жилом районе пос. Комиссаровка. Устье выработки ограждено металлическими столбами с бетонным основанием, на которых натянуто несколько рядов колючей проволоки. Устье перекрыто железобетонными плитами. Проседание железобетонного перекрытия на глубину 1,5 м. Признаки несанкционированного доступа отсутствуют. Опасная зона ограждена предупреждающими знаками.

2. Вспомогательный ствол шахта № 5 «Комиссаровская» пл. I<sub>1</sub><sup>0</sup> - выработка вертикальная. Год ликвидации – 1959, способ ликвидации выработки - неизвестен. Документация не сохранилась. Выработка расположена в жилом районе пос. Комиссаровка. Нарушена целостность плиты перекрытия устья ствола шахты. Доступ к устью свободный.

3. Шахта «Берштейна» пл.  $m_3$  - выработка вертикальная. Год ликвидации – 1954, способ ликвидации выработки - неизвестен. Документация не сохранилась. Ограждения отсутствуют. Признаки несанкционированного доступа отсутствуют. Устье обваловано, засыпано горной породой, грунтом. Небольшой склон, пастбище, редкие кустарники, деревья. Провал на глубину 2,5 м. Опасная зона ограждена предупреждающими знаками.

4. Главный ствол шахта № 3 по пласту  $K_8$  – наклонная выработка. Год ликвидации и способ ликвидации выработки - неизвестен. Документация не сохранилась. Выработка расположена в жилом районе пос. Байрачки.

Выработка вскрыта котлованом размером 5,0\*10,0 м, глубиной до 5,0 м. Доступа в горную выработку нет.

5. Вспомогательный ствол шахта № 3 по пласту  $K_8$  – наклонная выработка. Год ликвидации и способ ликвидации выработки - неизвестен. Документация не сохранилась. Выработка расположена в жилом районе пос. Байрачки.

Выработка вскрыта котлованом размером 5,0\*13,0 м, глубиной до 5,0 м. Доступа в горную выработку нет.

6. Вентиляционный шурф пл.  $l_6$  - выработка вертикальная. Год ликвидации – 2000. Выработка расположена в безлюдной местности за территорией села Еленовка. Провалов грунта не наблюдается. Газоотводящая труба срезана. Ограждение разрушено. Доступа в выработку – нет.

7. Ствол шахта «Кабановка» пл.  $m_3$  - выработка вертикальная. Год ликвидации – 1956, способ ликвидации выработки - неизвестен. Документация не сохранилась. Выработка расположена в безлюдной местности за территорией села Еленовка. Наблюдается провал грунта размером 6,0\*3,0 м глубиной до 3,5 м. Доступа в выработку – нет. Опасная зона ограждена предупреждающими знаками.

8. Ствол шахта № 1 пл.  $m_3$  - выработка вертикальная. Год ликвидации – 1954, способ ликвидации выработки - неизвестен. Документация не сохранилась. Выработка расположена в безлюдной местности за территорией села Еленовка. Наблюдается провал грунта размером 8,0\*8,0 м глубиной 5,5 м. В устье выработки поваленные деревья, кустарники. Подхода к устью выработки – нет.

На момент обследования работы по несанкционированной добыче открытым способом не ведутся.

### ***ш. «Никанор» и ш. «Никанор Новая»***

Шахта работает в водоотливном режиме.

### **Гидрохимический мониторинг**

Гидрохимический мониторинг проводится с периодичностью 1 раз/квартал: сброс шахтной воды в р. Лозовая; р. Лозовая, 500м ниже сброса шахтной воды; р. Лозовая, 500м выше сброса шахтной воды.

### Результаты химического анализа ВОК ш. «Никанор» за 2020г.

Сброс в реку	2020 год		
	Среднее значение химического анализа за год, мг/л	ПДС	Превышение ПДС, мг/л
ХПК	9,6725	-	-
БПК5	3,5	-	-
Сухой остаток	2431,1	-	-
Взвешенные вещ-ва	26,525	-	-
Сульфаты	560,275	-	-
Хлориды	119,785	-	-
Азот аммонийный	0,08855	-	-
Нитраты	0,3009	-	-
Нитриты	0,021225	-	-
Фосфаты	0,0295	-	-
Железо	1,014975	-	-
СПАВ	0	-	-
Нефтепродукты	0,01125	-	-
Цинк	0,0105	-	-
Медь	0,0101	-	-
Свинец	0,0061	-	-
Никель	0,0162	-	-
Кобальт	0	-	-
Алюминий	0,045825	-	-
Хром	0	-	-
Марганец	0,2896	-	-
Кадмий	0	-	-
Мышьяк	0,017925	-	-
Молибден	0,00025	-	-
Сурьма	0,0016	-	-
Ванадий	0,0045	-	-
Висмут	0	-	-
Титан	0,003775	-	-
Селен	0	-	-
Олово	0,000275	-	-
Литий	0,25025	-	-
Ртуть	0,00145	-	-

#### Геодинамический мониторинг

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 24 горные выработки, имеющие выход на дневную поверхность.

Действующих выработок – 2.

При обследовании провалов и неудовлетворительного состояния устьев горных выработок не установлено.

*шахта «Брянковская»*

### Гидрогеологический мониторинг

На поле шахты «Брянковская» (ЛНР) проведение гидрогеологического мониторинга предусмотрено по существующим гидронаблюдательным скважинам (№ Б-24 ГН, Б-23 ГН, Б-26 ГН, Б-28 ГН, Б-37 ГН, Б-20 ГН, Б-49 ГН). Результаты сведены в таблицу

Наименование объекта	Дата замера	Параметры гидродинамического мониторинга		
		Абсолютная отметка земной поверхности, м	Абсолютная отметка уровня воды, м	Динамика затопления, м (по сравнению с предыдущим замером)
Гидронаблюдательная скважина Б-24 ГН	29.01.2020	+121,1	+120,8	+0,2
	21.02.2020		+120,6	+0,2
	25.03.2020		+120,4	+0,2
	24.04.2020		+120,6	-0,2
	22.05.2020		+120,8	-0,2
	19.06.2020		+120,8	0,0
	23.07.2020		+120,7	+0,1
	24.08.2020		+120,5	+0,2
	24.09.2020		+120,7	+0,2
	21.10.2020		+120,7	0,0
	25.11.2020		+120,7	0,0
18.12.2020	+120,8	-0,1		
Гидронаблюдательная скважина Б-23 ГН	21.01.2020	+123,0	+120,8	
	21.02.2020		+120,6	+0,2
	25.03.2020		+121,0	-0,4
	23.04.2020		+120,1	+0,9
	22.05.2020		+121,0	-0,9
	19.06.2020		+121,0	0,0
	27.07.2020		+121,1	-0,1
	24.08.2020		+120,2	+0,9
	24.09.2020		+120,6	-0,4
	21.10.2020		+120,7	-0,1
	25.11.2020		+121,0	-0,3
18.12.2020	+120,8	+0,2		
Гидронаблюдательная скважина Б-26 ГН	29.01.2020	+122,62	+121,72	
	21.02.2020		+120,52	+1,2
	25.03.2020		+122,22	-1,7
	23.04.2020		+121,42	+0,8
	22.05.2020		+121,42	0,0
	19.06.2020		+121,62	-0,2
	23.07.2020		+121,22	+0,4
	24.08.2020		+120,52	+0,7
	24.09.2020		+120,92	+0,4
	21.10.2020			
	25.11.2020		+120,62	-1,1
18.12.2020	+121,42	+1,2		
Гидронаблюдательная	29.01.2020	+116,39	+114,24	
	21.02.2020		+113,89	
	25.03.2020		+114,09	

скважина Б-28 Гн	23.04.2020		+113,89	
	22.05.2020		+114,09	
	19.06.2020		+114,29	
	23.07.2020		+114,39	
	24.08.2020		+114,09	-0,3
	24.09.2020		+113,79	
	21.10.2020		+114,09	
	25.11.2020		+114,09	0,0
	18.12.2020		+114,19	-0,1
Гидронаб людатель ная скважина Б-49 Гн	29.01.2020	+215,2	+170,2	
	21.02.2020		172,2	+2,0
	25.03.2020		168,2	-4,0
	23.04.2020		171,2	+3,0
	22.05.2020		171,1	-0,1
	19.26.2020		165,2	-5,9
	23.07.2020		175,2	+10,0
	24.08.2020		168,7	-6,5
	24.09.2020		+168,9	+0,2
	21.10.2020		+172,2	+3,3
	25.11.2020		+171,2	-1,0
	18.12.2020		+173,2	+2,0

Колебания воды по гидронаблюдательным скважинам ш. «Брянковская» (пос. Павловка) зависит от уровня воды в речке Лозовая так как они находятся вблизи неё.

### ***Выводы и предложения по участку ш. «Брянковская группа шахт»***

Результаты гидрогеологических наблюдений, проводящихся по скважинам режимной сети ш. «Брянковская» при работе водоотливного комплекса ш. «Брянковская» показали, что развитие подтопления на значительной площади одноэтажной жилой застройки пос. Павловка, г. Брянка, которое было ранее, спровоцировано ликвидацией и затоплением ш. «Брянковская».

С целью достоверно проследить процесс подъема уровня грунтовых вод в пойме р. Лозовая и на первых речных террасах, подработанных горными работами ликвидированных шахт, в результате подъема уровня шахтных вод, а также оценить влияние развития подтопления жилой застройки и уточнить фактический контур развития подтопления на горных отводах Брянковской группы шахт необходимо продолжать наблюдения по гидронаблюдательным скважинам, расположенным на горных отводах шахт «Брянковская» и «Анненская», так как шахты «Вергелевская» и «Ломоватская» затапливаются независимо, необходимо продолжать режимные наблюдения за подъемом уровня шахтных вод, чтобы на основе анализа имеющихся наблюдений за процессом затопления скорректировать прогноз и отслеживать негативные процессы и явления в подработанном массиве, развитие которых, на стадии

прогнозирования не поддавались однозначному прогнозу и требовало проведение дополнительных наблюдений.

**Гидрохимический мониторинг.**

Гидрохимический мониторинг проводится на выпуске шахтных вод водоотливного комплекса ш. «Брянковская». Анализирую показания химического анализа шахтных вод, видно, что превышены показания ПДК по БПК<sub>5</sub>, взвешенным веществам, азоту аммонийному, железу, сухому остатку, цинку, сульфатам, никелю, хрому, марганцу, ванадию и литию.

**Газодинамический мониторинг.**

За период 2020 год случаев превышения газа метана и углекислого газа зафиксировано не было, однако было зафиксировано 28 случаев незначительного выделения метана, что позволяет оценить газовую обстановку, как стабильно сложную.

Контроль выделения газов на земную поверхность на устьях вскрывающих выработок и скважин необходимо продолжать.

**Геодинамический мониторинг.**

В 2020г. при проведении геодинамического мониторинга были обследованы горные отводы 9 шахт. В ходе обследования были обследованы устья 463 выработок. В ходе на горных отводах данных шахт были выявлены 54 устья горных выработок, которые имеют не удовлетворительное состояние. Сравнивая результаты обследований в 2020г. (обследования проводятся 2 раза в год, во 2 и 4 кварталах), установлено, по ш. «Криворожская» незначительно (на 0,5-0,3м) увеличилась глубина провала (скважина №50, скважина №4)

По ш. «Ломоватская» увеличилась глубина провала на 1-5м (ствол №2 ш.№4, зап. клетевой ствол), объем провала увеличился на 50м<sup>3</sup> (вент.шурф)

По шахте «Вергелевская» происходит падение уровня воды в прудах-осветлителях. Вследствие чего вскрылось ранее затопленное устье выработки. По результатам обследования в местах обнаружения провалов и неудовлетворительного состояния устьев горных выработок были установлены сигнальные ленты и знаки «Стой! Опасная зона!»

#### **4.6 Участок «Стахановская группа шахт»**

На данном участке в течении 2020 года проводился газодинамический мониторинг по следующим шахтам: ш. им. Чеснокова, ш. им. Ильича, ш. «Максимовская», ш. «Центральная-Ирмино».

***ш. им. Чеснокова***

##### **Газодинамический мониторинг**

Согласно отчета МакНИИ по Стаханово – Брянковской группе шахт и л.ш. «Запорожская» на территории горного отвода ш. им. Чеснокова находятся 163 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в угрожаемые зоны и 17 устья ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые

попадают в опасные зоны по степени опасности выделения шахтных газов. Так же в угрожаемых зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 1144 строения, в опасных зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 83 строений.

За период 2020 года на 4665 контролируемых объектах произведено 94331 замеров. За 2020 год по ш. им. Чеснокова было зарегистрировано 4 случая превышения газа метана было зарегистрировано 64 случая превышения содержания газа метана (свыше 1%) на устьях выработок и скважинах.

Наименование выработки	Содержание СН <sub>4</sub> , %			
	1 квартал, (кол-во)	2 квартал (кол-во замеров шт.)	3 квартал (кол-во замеров шт.)	4 квартал (кол-во замеров шт.)
Ствол № 36бис	4/1,0	4/1,1	4/1,0	4/1,2
Ствол № 4	4/1,0	4/1,0	4/1,0	
Шурф № 92	4/2,2	4/2,0	4/2,2	8/2,5
Шурф № 90	4/1,1	4/1,2	4/1,1	4/1,0

### Геодинамический мониторинг

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 180 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

Действующих выработок – нет.

При обследовании установлено:

1. Грузо-людской ствол на ЦПП – похищена газоотводная труба, ограждение отошло от вертикали на 20-30см, возможно его падение.
2. Скиповой ствол № 4 на ЦПП – похищена газоотводная труба, вскрыт канал ВГП, доступ людей в горные выработки не возможен.
3. Газоотводные скважины № 11,12,13,15,16,17,18 – похищены газоотводные трубы, устья забиты, засыпаны породой и бытовым мусором.
4. Шурф № 90 – провал диаметром 1,5м, глубиной 0,5м.

### *ш. им. Ильича*

#### Газодинамический мониторинг

Согласно отчета МакНИИ по Стаханово – Брянковской группе шахт и л.ш. «Запорожская» на территории горного отвода ш. им. Ильича находятся 42 устья ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в угрожаемые зоны и 28 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в опасные зоны по степени опасности выделения шахтных газов. Также в угрожаемых зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 485 строений, в опасных зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 31 строение.

За период 2020 год на 1444 контролируемых объектах произведено 34080 замера.

За 2020 год по ш. им. Ильича было зарегистрировано 4 случая превышения газа метана было зарегистрировано 8 случаев превышения содержания газа метана (свыше 1%) на устьях выработок и скважинах.

Наименование выработки	Содержание СН <sub>4</sub> , %			
	1 квартал, (кол-во)	2 квартал (кол-во замеров шт.)	3 квартал (кол-во замеров шт.)	4 квартал (кол-во замеров шт.)
Скважина № 1	-	-	4/2,5	4/2,5

### ***ш. «Максимовская»***

#### **Газодинамический мониторинг**

Согласно отчета МакНИИ по Стаханово – Брянковской группе шахт и л.ш. «Запорожская» на территории горного отвода ш. «Максимовская» находятся 58 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в угрожаемые зоны и 23 устья ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в опасные зоны по степени опасности выделения шахтных газов. Также в угрожаемых зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 423 строения, в опасных зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 53 строений.

За 2020 год на 1993 контролируемых объектах произведено 56307 замера. Случаев превышения газа метана и углекислого газа в устьях выработок и подвалах и заглубленных объектах жилого сектора зафиксировано не было.

#### **Геодинамический мониторинг**

При проведении геодинамического мониторинга на предмет провалоопасных зон было обследовано 180 горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность.

Действующих выработок – нет.

В ходе обследования установлено:

1. Вертикальный ствол № 8 – похищена газоотводная труба, вскрыт кабельный канал бывшего здания подъема.
2. Ствол № 3 – похищена газоотводная труба, разрушено ограждение.

### ***ш. «Центральная – Ирмино»***

#### **Газодинамический мониторинг**

Согласно отчета МакНИИ по Стаханово – Брянковской группе шахт и л.ш. «Запорожская» на территории горного отвода ш. «Центральная – Ирмино» находятся 55 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную поверхность, которые попадают в угрожаемые зоны и 27 устьев ликвидированных и не ликвидированных горных выработок, имеющих выход на дневную

поверхность, которые попадают в опасные зоны по степени опасности выделения шахтных газов. Также в угрожаемых зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 150 строений, в опасных зонах по степени опасности выделения шахтных газов находятся 2 строения.

За период 2020 года на 546 контролируемых объектах произведено 25478 замеров. За 2020 год по ш. «ЦентральнаяИрмино» было зарегистрировано 4 случая превышения газа метана было зарегистрировано 120 случаев превышения содержания газа метана (свыше 1%) на устьях выработок и скважинах.

Наименование выработки	Содержани е СН <sub>4</sub> , %	Содержание СН <sub>4</sub> , %	Содержание СН <sub>4</sub> , %	Содержание СН <sub>4</sub> , %
	1 квартал, (кол-во)	2 квартал (кол-во замеров шт.)	3 квартал (кол-во замеров шт.)	4 квартал (кол-во замеров шт.)
Западный ствол № 2	4/1,2	4/1,0	4/0,8	4/1,2
Центральный ствол № 1	4/1,2	4/1,0	4/0,8	8/1,1
Восточный ствол № 2		4/1,0	8/1,1	8/1,1
Восточный ствол № 4		4/1,0	4/1,1	4/1,1
Скважина № 10	4/1,0	4/1,0		
Скважина № 16	4/1,0	4/1,0		
Центральный ствол № 2	4/1,0	4/1,0		
4/2 бис ствол № 2	4/0,5	4/1,0		
Скважина № 18	4/0,7	4/1,0		
Западный ствол № 1		4/1,2		
Центральный ствол № 3		4/1,1		4/0,8

Результат исследования показателей откачиваемой воды по химическому анализу ВОК ш. «Славяносербская» ГУП ЛНР «Главное управление шахт»  
(парная зависимость: взвешенный и сухой остаток)

№ п/п	Концент- рация взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>		Часто та $m_i$	Концент-рация сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>		Частота $m_i$		
	10	20		350	460			
1.	10	20	1	350	460	1		
2.	11	21	2	300	450	2		
3.	12	20	3	250	450	2		
4.	13	21	1	400	490	4		
5.	14	20	2	450	480	4		
6.	15	21	3	300	440	3		
7.	14	20	1	400	450	2		
8.	17	20	2	410	460	1		
9.	18	21	3	420	460	1		
10.	19	21	1	450	460	5		
11.	20	21	2	470	460	3		
12.	12,5	20,5	3	380	470	2		

13.	11,5	20	1	450	460	1		
14.	11,5	21	2	480	460	1		
15.	11,5	22	3	455	460	5		
16.	12,5	21	1	470	480	4		
17.	12,5	21	2	425	465	3		
18.	12,3	20	3	450	465	2		
19.	12,4	21	1	455	465	1		

1. В ряде практических задач случайными элементами пренебрегают, рассматривая вместо реального явления его упрощенную схему – модель.

2. Каждан А.Б., Гуськов О.И. Математическое моделирование в геологии и разведке полезных ископаемых. – Москва: Недра, 1979.

3. Рыжков П.А. Математическая статистика в горном деле. – М., «Высшая школа», 1973.

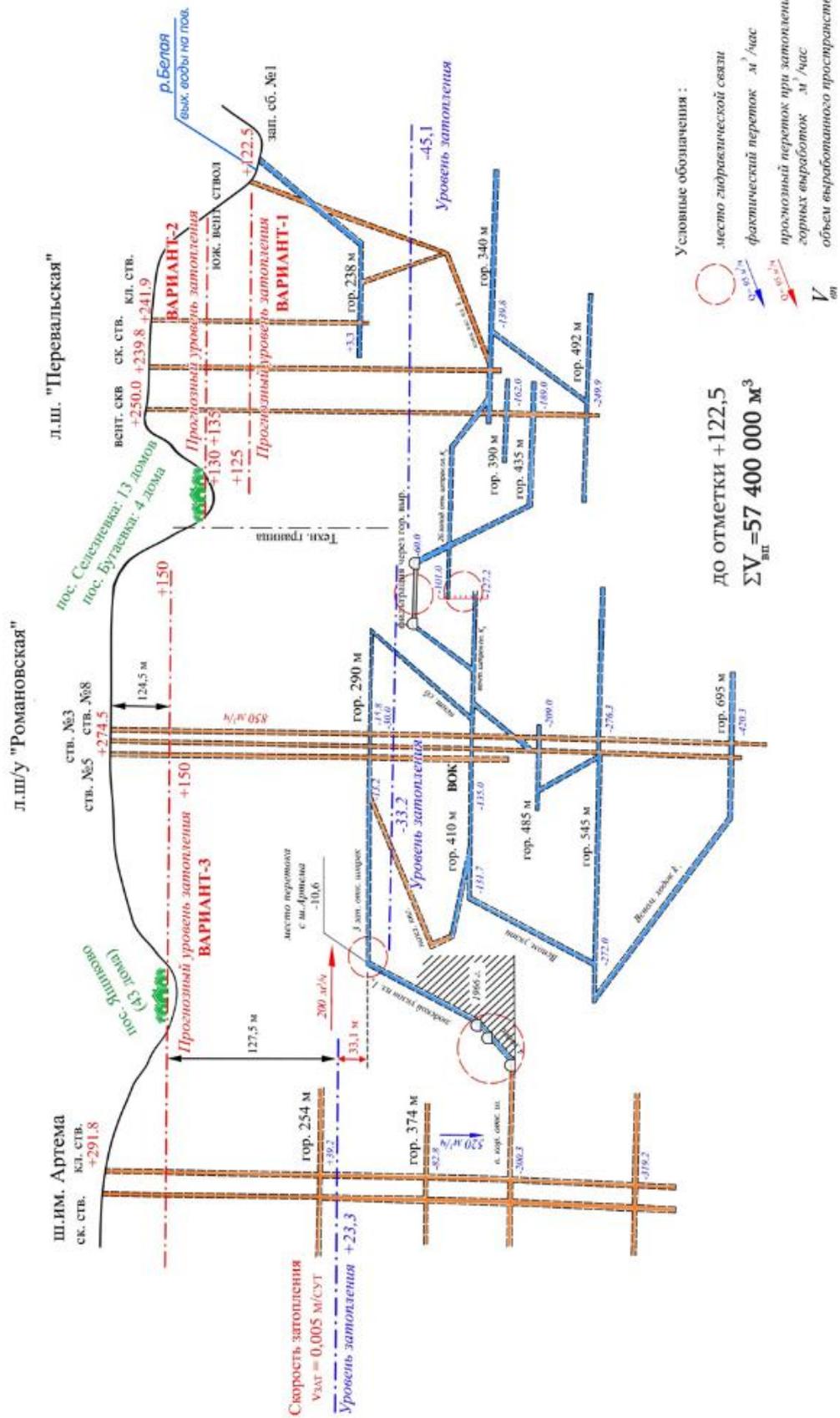
4. Алексеенко С.Ф. Научно-исследовательская работа студентов. – Киев, 1993.

5. Алексеенко С.Ф., Кузьмич А.К. Теория и практика научного эксперимента. – Стаханов, 2008.

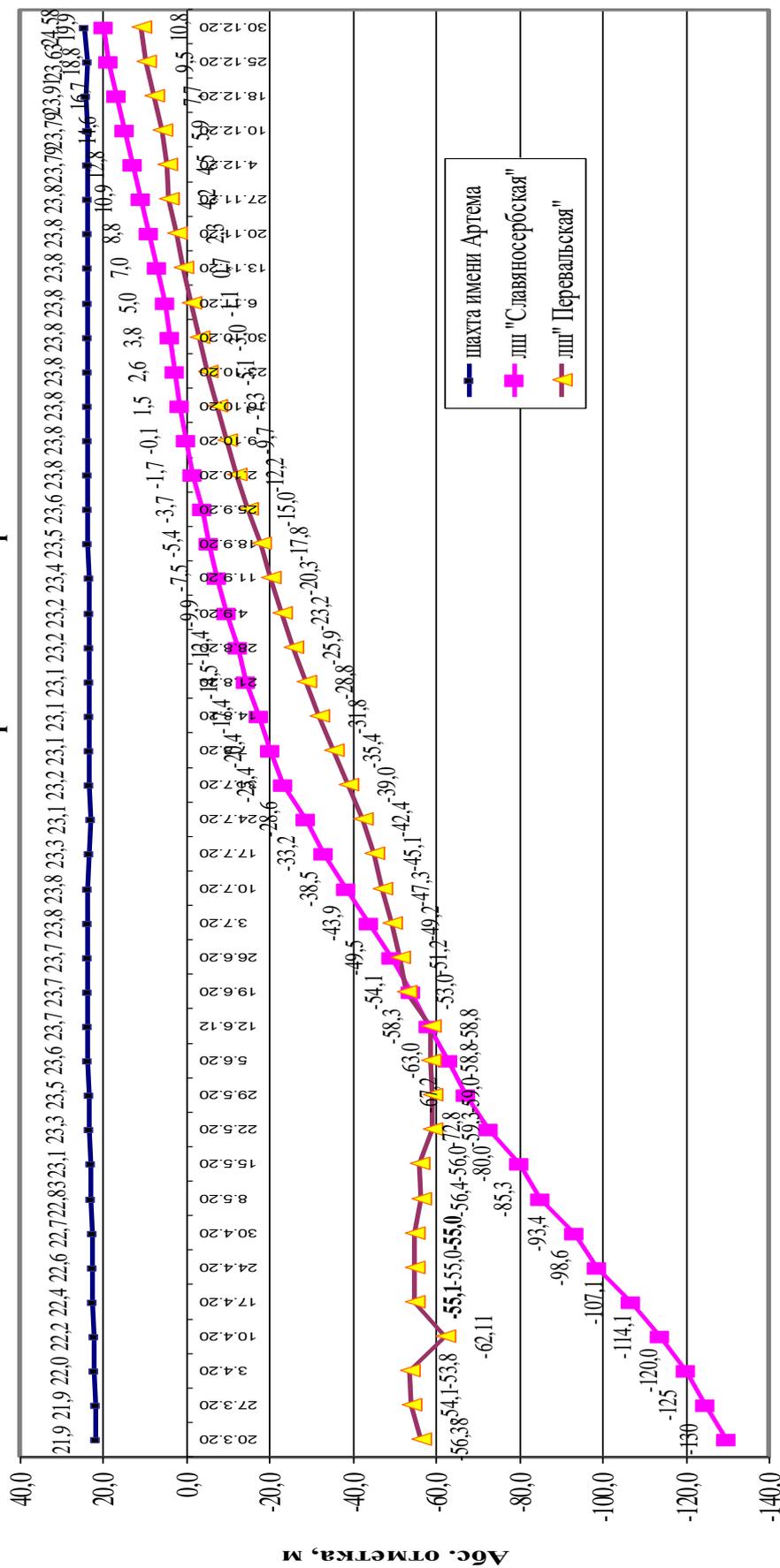
6. Отчет «Прогноз развития гидрогеологической ситуации в техногенных горизонтах и на поверхности шахт с предоставлением оптимальной схемы водоотливов и мероприятий, исключающих подтопление поверхности» (этап 3.ЛНР – 17 шахт и ДНР – 23 шахты»).

# Гидрогеологическая ситуация

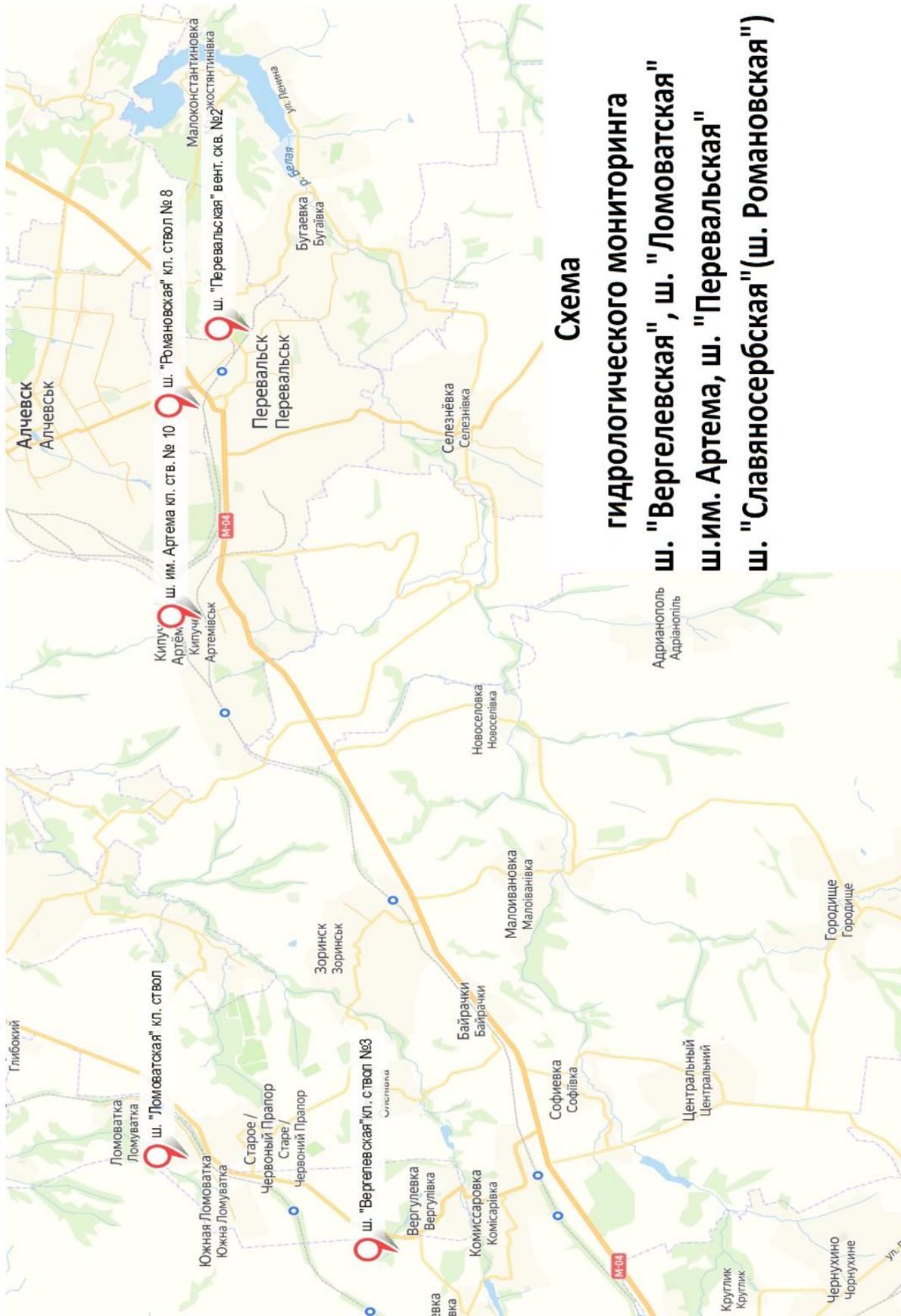
на ш. им. Артема, л.ш. «Романовская», л.ш. «Перевальская»  
по состоянию на 17.07.2020 г.



**График подъема воды  
по л.ш. "Славяносербская" (уч.б.ш. "Романовская"),  
шахте имени Артема и л.ш. "Перевальская"**



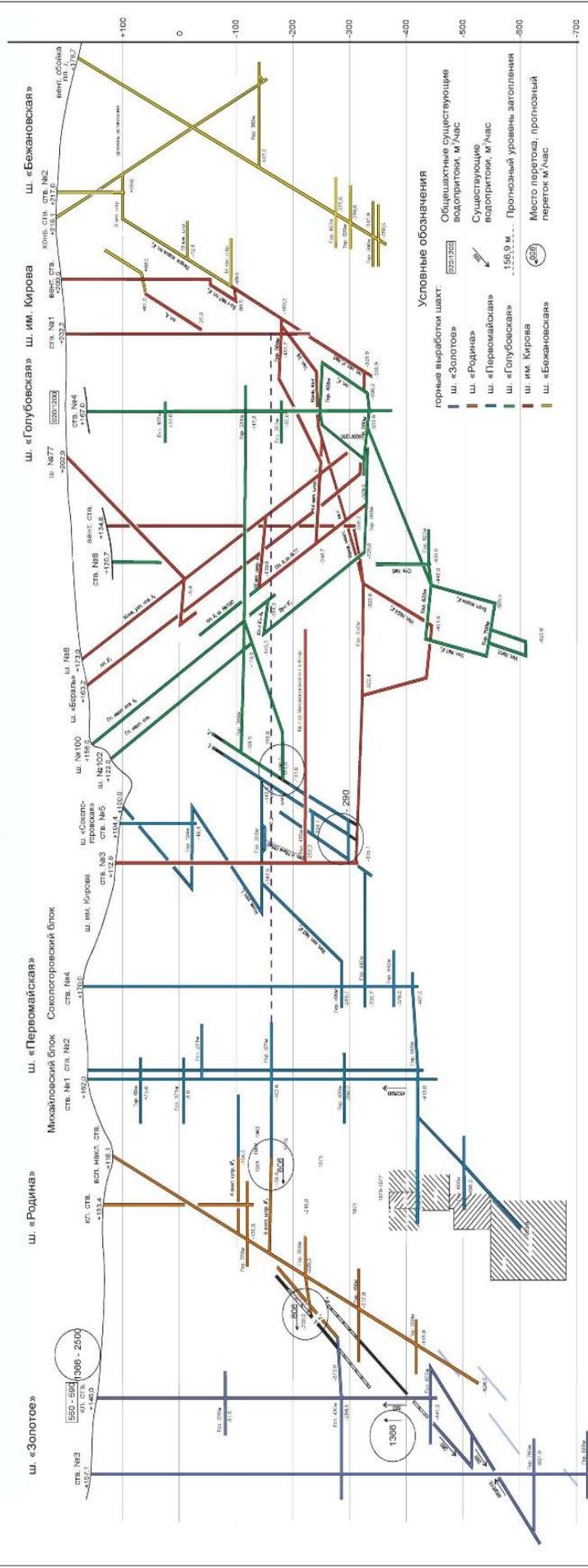
Дата замера

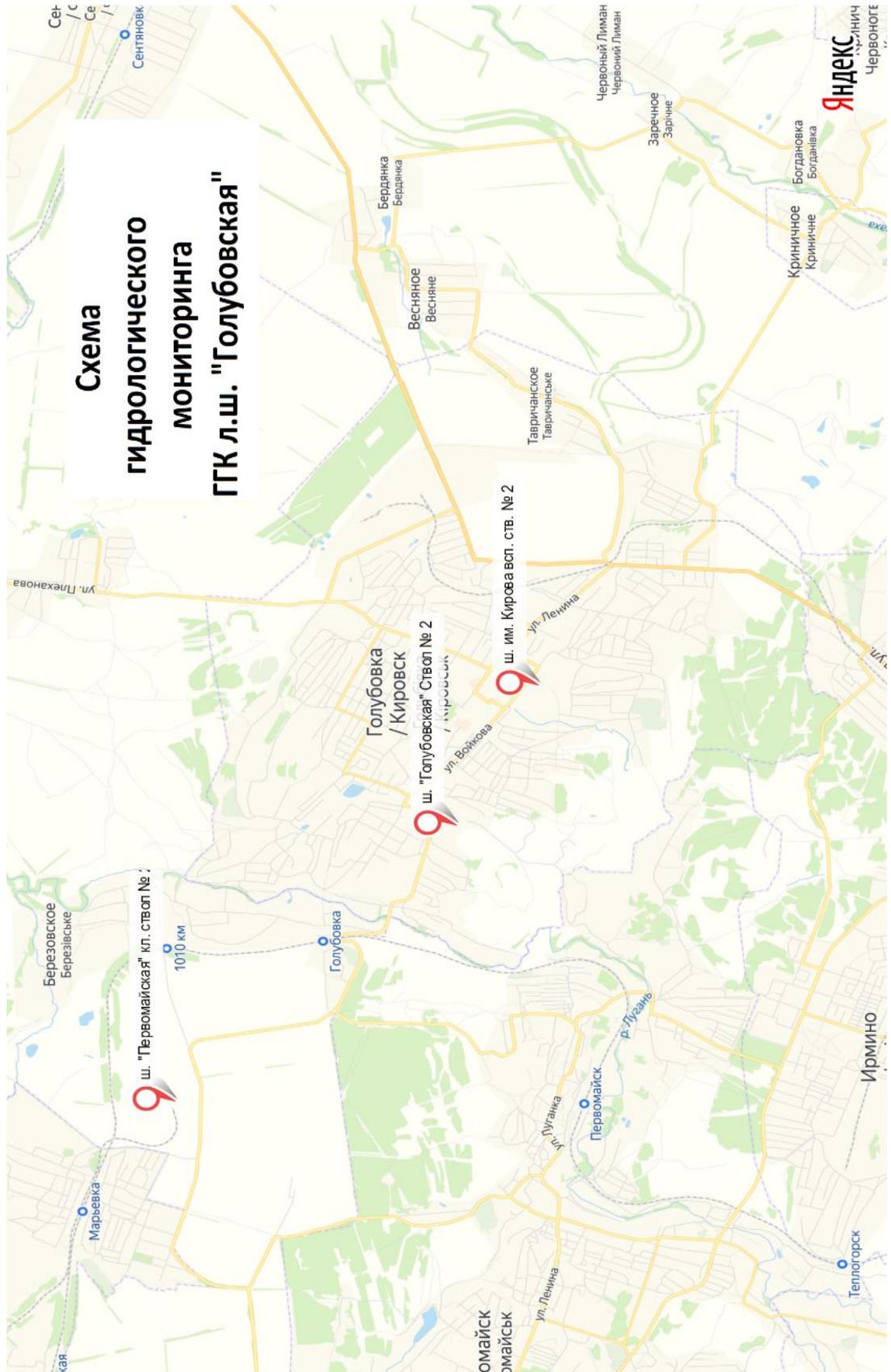


**Схема**

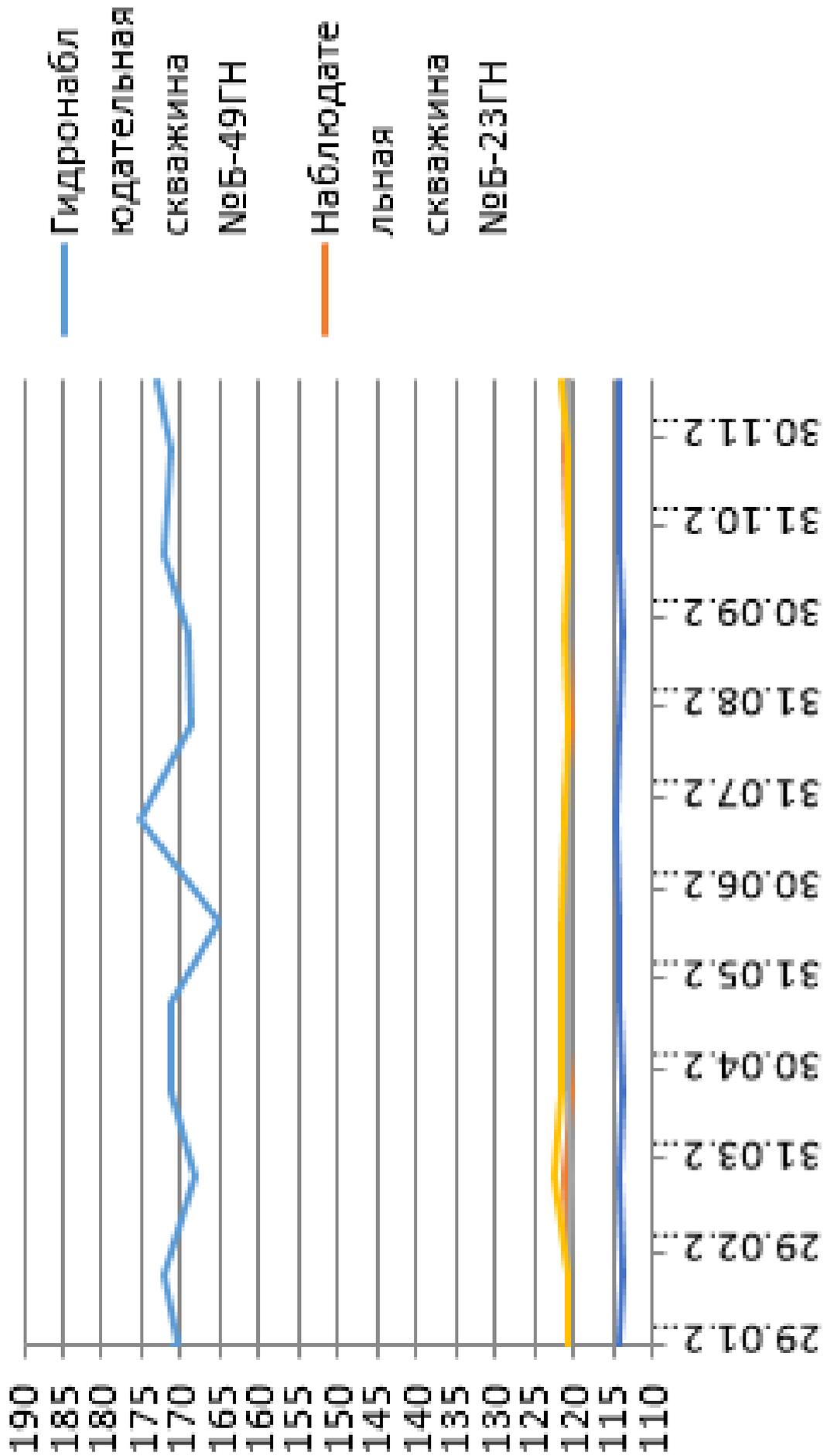
**гидрологического мониторинга**  
**ш. "Вергелевская", ш. "Ломоватская"**  
**ш.им. Артема, ш. "Перевальская"**  
**ш. "Славяносербская"(ш. Романовская)"**

СХЕМА ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СВЯЗИ ПЕРВОМАЙСКО-КИРОВСКОЙ ГРУППЫ ШАХТ

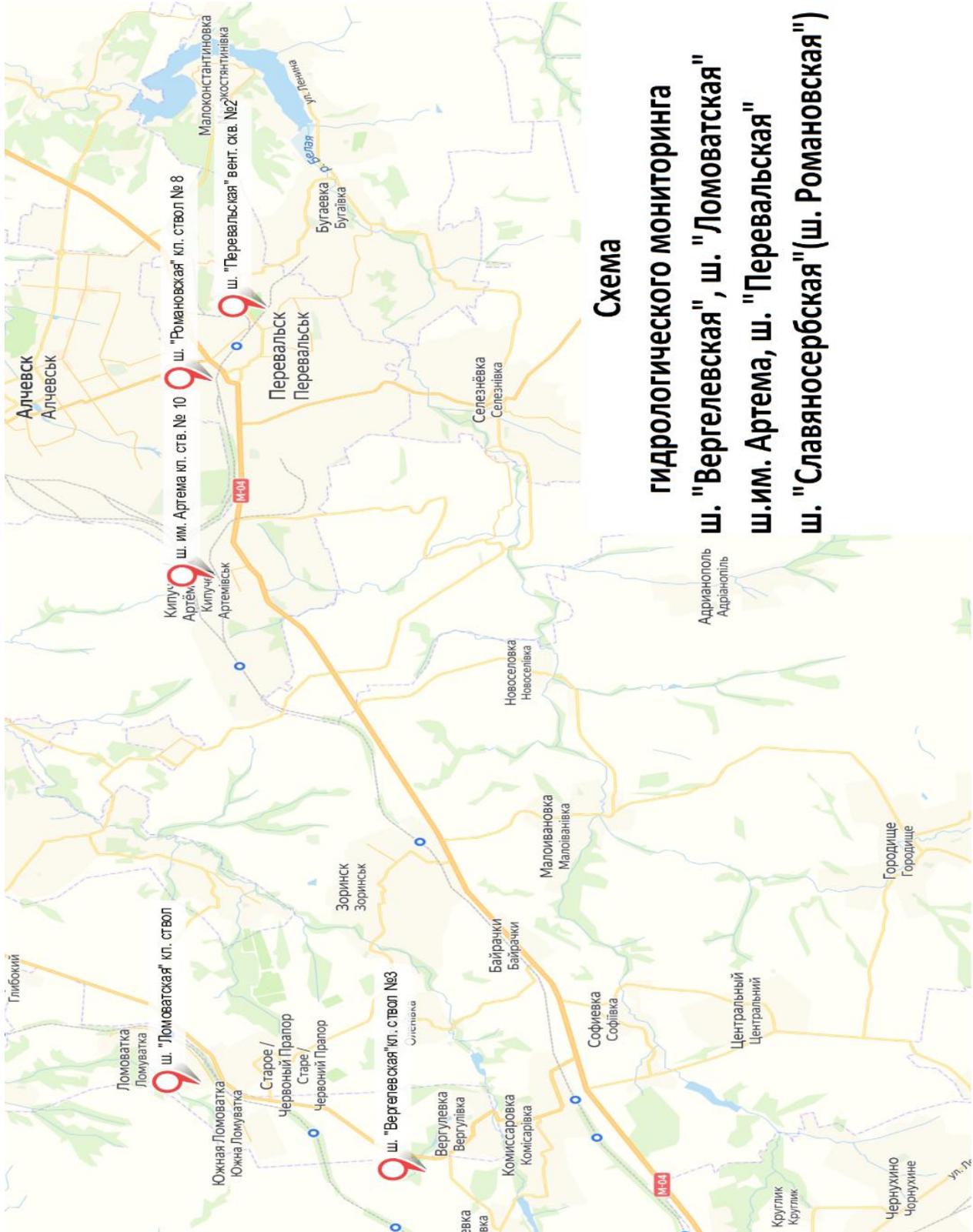












**Схема**

**гидрологического мониторинга**  
**ш. "Вергелевская", ш. "Ломоватская"**  
**ш.им. Артема, ш. "Перевальская"**  
**ш. "Славяносербская"(ш. Романовская")**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к выполнению научно-исследовательской работы  
тему: «Расчет и осуществление мониторинга техносферной безопасности»  
магистерская программа: «Безопасность технологических процессов и  
производств», «Горное дело. Подземная разработка пластовых  
месторождений».

С о с т а в и т е л ь:  
София Александровна Черникова

Печатается в авторской редакции.  
Компьютерная верстка и оригинал-макет автора.

Подписано в печать \_\_\_\_\_  
Формат 60x841/16. Бумага типограф. Гарнитура Times  
Печать офсетная. Усл. печ. л. \_\_\_\_\_. Уч.-изд. л. \_\_\_\_\_  
Тираж 100 экз. Изд. № \_\_\_\_\_. Заказ № \_\_\_\_\_. Цена договорная.

Издательство ГОУ ВО ЛНР  
«Луганский Государственный  
Университет имени Владимира Даля»

Свидетельство о государственной регистрации издательства  
МИ-СРГ ИД 000003 от 20 ноября 2015г.

Адрес издательства: 91034, г. Луганск, кв. Молодежный, 20а  
Телефон: 8 (0642) 41-34-12, факс: 8 (0642) 41-31-60  
**E-mail:** izdat.lguv.dal@gmail.com    **http:** //izdat.dahluniver.ru