



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование
Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Эколого-геохимическое состояние грунтовых вод в Сидоарджо (Восточная Ява, Индонезия)

УДК: 556.324:504:550.4(594.59)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM12	Адьякса Илхам Путра		24.05.2023

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Савичев Олег Геннадьевич	д.г.н.		24.05.2023

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		24.05.2023

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		24.05.2023

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ ИШПР	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н.		29.05.23

Томск – 2023 г.



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

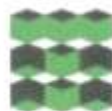
Инженерная школа природных ресурсов
Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование
Отделение геологии

Планируемые результаты обучения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Обще по направлению подготовки		
P1	Демонстрировать глубокое знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах безопасности жизнедеятельности, быть компетентным в вопросах устойчивого развития	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P2	Самостоятельно приобретать с помощью новых информационных технологий знания и умения и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P3	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, включая разработку документации и презентацию результатов проектной и инновационной деятельности	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 01.004 «Педагог профессионального обучения,

		профессионального образования и дополнительного профессионального образования»; 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
<i>Код</i>	<i>Результат обучения</i>	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон</i>
P4	Использовать педагогически обоснованные формы, методы и приемы организации деятельности обучающихся, применять современные технические средства обучения и образовательные технологии образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
P5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»
P6	Использовать знания в области водного хозяйства и природообустройства (мелиорации, рекультивации, инженерной защиты территорий) для надлежащей эксплуатации сооружений и систем природообустройства и водопользования, охраны водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P7	Разрабатывать документацию по эксплуатации мелиоративных систем, рекультивации нарушенных земель и водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
P8	Проводить эксплуатацию и мониторинг сооружений и систем	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10),

	природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы	согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
<i>Код</i>	<i>Результат обучения</i>	<i>Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон</i>
P9	Использовать знания о геологических, геохимических, гидрологических, гидрогеологических, климатических процессах для определения параметров проектируемых сооружений и систем природообустройства и водопользования, выявления опасных природных и техногенных процессов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»
P10	Разрабатывать раздел проектной документации «Охрана окружающей среды»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»
P11	Проводить инженерногеологические, инженерно-экологические, инженерно-гидрометеорологические изыскания, экологический мониторинг, руководить проведением инженерных изысканий и экологического мониторинга	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, CDIO Syllabus, Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACE и FEANI, требования профессиональных стандартов: 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности»; 10.006 «Градостроитель»



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

Е.Ю. Пасечник — Пасечник Е.Ю.

(подпись) (дата)

(ФИО)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ12	Адьякса Илхам Путра

Тема работы:

Эколого-геохимическое состояние грунтовых вод в Сидоарджо (Восточная Ява, Индонезия)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	23.12.2022 г. № 357-3/с

Срок сдачи студентом выполненной работы	20.05.2023
---	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материала изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане без-опасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Исходная информация получена в результате отбора проб, выполненных лично автором. Их анализ проведен в аккредитованной лаборатории Томского политехнического университета (ТПУ). Также использовались опубликованные данные других авторов.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Глава 1. Изученность проблемы Глава 2. Природные условия и хозяйственная деятельность на исследуемой территории Глава 3. Материалы и методы исследования Глава 4. Оценка эколого-геохимического состояния грунтовых вод в Сидоарджо Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Глава 6. Социальная ответственность

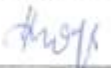
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Рыжакина Татьяна Гавриловна
«Социальная ответственность»	Сечин Андрей Александрович
«Иностранный язык»	Сыскина Анна Александровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
На русском языке: Глава 1. Изученность проблемы Глава 2. Природные условия и хозяйственная деятельность на исследуемой территории Глава 3. Материалы и методы исследования Глава 4. Оценка эколого-геохимического состояния грунтовых вод в Сидоарджо Глава 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение Глава 6. Социальная ответственность	
На английском языке: Ecological and Geochemical Condition of Groundwater in Sidoarjo (East Java, Indonesia) (Приложение А)	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	23.12.2022
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Савичев Олег Геннадьевич	д.г.н., профессор		24.05.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM12	Адьякса Илхам Путра		24.05.2023



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Инженерная школа природных ресурсов

Направление подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование

Уровень образования: высшее профессиональное образование

Отделение геологии

Период выполнения (осенний/весенний семестр 2022/2023 учебного года)

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН Выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы	20.05.2023
---	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.05.2022	<i>Изученность исследуемой темы</i>	10
15.10.2022	<i>Физико-географическая, социально-экономическая характеристика и экологические проблемы района исследований</i>	10
15.11.2022	<i>Методика исследования</i>	5
15.03.2023	<i>Антропогенные факторы, негативно влияющие на водные ресурсы</i>	10
30.04.2023	<i>Оценка современного состояния водных ресурсов</i>	10
25.05.2023	<i>Меры для улучшения состояния водных ресурсов в районе исследований</i>	5
20.05.2023	<i>Английская часть</i>	10
30.05.2023	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности и ресурсобоежение</i>	10
30.05.2023	<i>Социальная ответственность</i>	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ	Савичев Олег Геннадьевич	д.г.н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Елена Юрьевна	к.г.-м.н		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа представлена на 117 страницы, включает 22 рисунков, 38 таблицу и перечень из 59 литературных источников.

Ключевые слова: грязевой вулкан в Сидоарджо, Индонезия, химический состав, грунтовые воды, индекс загрязнения воды (ИЗВ), индекс качества воды.

Объектом исследования являются грунтовые воды в районе грязевого вулкана Сидоарджо (Луси), Восточная Ява, Индонезия.

Предметом исследования – грунтовые воды.

Цель работы – оценка эколого-геохимического состояния грунтовых вод в Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия.

В результате исследования изучены физико-географические условия территории, социально-экономические условия района исследований, дана оценка химического состава грунтовых вод в Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия.

В ходе работы выявлены основные источники загрязнения и основные загрязняющие компоненты грунтовых вод, проведена оценка эколого-геохимического состояния грунтовых вод в районе грязевого вулкана Луси, округ Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия.

Рассмотрена социальная ответственность на предприятии, при проведении химического анализа проб грунтовых вод. Определены финансовые затраты на проведение исследования.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. Луси – сокращение сочетания характеристики Lumpur – грязь и Сидоарджо – округ, расположенный грязевого вулкана
2. BMKG – Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (Агентства метеорологии, климатологии и геофизики)
3. ГОСТ – Государственный стандарт
4. ИЗВ – индекс загрязнения воды
5. WQI – water quality index (индекс качества воды)
6. NTU – nephelometric turbidity unit (нефелометрическая единица мутности)
7. ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕФЕРАТ	8
ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	9
ВВЕДЕНИЕ.....	12
ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ.....	14
ГЛАВА 2. ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ И ХОЗЯЙСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НА ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ.....	16
2.1 Климатические условия.....	16
2.2 Почвенный и растительный покров	20
2.3 Геоморфологические и геологические условия.....	21
2.4 Гидрологические условия	25
2.5 Гидрогеологические условия.....	26
2.6 Хозяйственная деятельность в Сидоарджо	28
ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	29
3.1 Методы отбора проб воды	29
3.2 Лабораторные методы. Методы химического анализа	30
3.3 Методы расчета определения качества воды.....	32
3.3.1 Методы индекса загрязнения воды (ИЗВ).....	32
3.3.2 Методы индекса качества воды (<i>Water Quality Index</i> – WQI)	33
ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В СИДОАРДЖО.....	36
4.1. Макрокомпонентный состав грунтовых вод.....	36
4.1.1 Физико-химический состав грунтовых вод в пробах А1-А5	36
4.1.2 Макрокомпонентный состав грунтовых вод в пробах В1-В5	39
4.2 Азотистые соединения грунтовых вод	42

4.3 Микрокомпонетный состав грунтовых вод.....	44
4.4 Результаты определения качества воды	47
4.4.1 Индекс загрязнения воды (ИЗВ).....	47
4.4.2 Индекс качества воды (WQI).....	50
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	52
ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	56
ГЛАВА 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	85
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ А – АНГЛИЙСКАЯ ЧАСТЬ.....	107

ВВЕДЕНИЕ

Экологические проблемы, часто встречающиеся в жизни городских сообществ Индонезии, связаны с дефицитом чистой воды. Из-за ограничений в плане обеспечения питьевой водой потребности городских сообществ по-прежнему зависят от природных источников воды. В этом случае сообществу все равно придется строить собственные колодцы, чтобы получать чистую воду. Однако часто бывает так, что местные водные условия от природы не подходят для ежедневного использования, особенно для питьевых нужд.

Грязевой вулкан в Сидоарджо, который называется Луси (от слова Lumpur – грязь и Sidoarjo – округ Сидоарджо), возник в 2006 г. и функционирует по настоящее время, что вызвало различные негативные воздействия на окружающую и социально-экономическую среду, которые обрушились на население подрайона Поронг (Porong) и его окрестностей, например подрайон Тангулангин (Tanggulangin) и подрайон Джабон (Jabon). Территория, где поселились люди, превратилось, покрылась слоем грязи.

Грязевой вулкан Луси изменил ряд компонентов природной среды и повлиял и на гидрогеологические условия в этом районе. Округ Сидоарджо и его окрестности представляют собой промышленные районы, которые быстро растут, о чем свидетельствует тенденция к увеличению использования подземных вод для различных целей. Но в результате функционирования грязевого вулкана в этом округе произошло снижение качества подземных вод.

Рост населения и строительство привели к росту потребности в чистой воде. Чистая вода нужна не только для питья и хозяйственно-питьевого водоснабжения, но и для деятельности текстильной промышленности и даже для питьевой воды в бутылках, которая продается, так что вода становится экономическим товаром. В целом, грязевой вулкан Луси в Сидоарджо привел к ухудшению качества воды в подрайонах Поронг и Тангулангин. Это и определило актуальность рассматриваемого исследования, выполненного в районе грязевого вулкана Луси в Сидоарджо, и направленного на оценку

современного эколого-геохимического состояния как основу для планирования природоохранных мероприятий.

Объектом данного исследования являются грунтовые воды из 10 различных скважин в подрайоне Тангтулангин и вокруг грязевого вулкана Луси в подрайоне Поронг, округ Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия.

Целью данного исследования является оценка эколого-геохимического состояния грунтовых вод в районе грязевого вулкана (Луси) в районе Поронг, округ Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия.

Задачи исследования

1. Провести комплексное изучение состава грунтовых вод по показателям: главные ионы, микроэлементы, включая тяжелые металлы.
2. Установить источники загрязнения, характер и степень загрязнения грунтовых вод.
3. На основе полученных результатов дать оценку эколого-геохимического состояния грунтовых вод.

Исходная информация получена в результате отбора проб, выполненных лично автором. Их анализ проведен в аккредитованной лаборатории Томского политехнического университета (ТПУ). Также использовались опубликованные данные других авторов.

ГЛАВА 1. ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ

Сидоарджо – один из округов на острове Восточной Явы Индонезии, обладающий довольно богатыми природными ресурсами и расположенный, с точки зрения экономики, в стратегическом месте, а в географическом отношении – в устьевой области рек Сурабая и Поронг. Ценными активами является и климат.

Баланс экосистемы Сидоарджо, который существовал ранее, был нарушен извержением горячей воды и грязи 29 мая 2006 года в деревне Ренокенонго подрайона Поронг, округа Сидоарджо. Объем потока горячего грязевого вулкана впоследствии увеличивается до 1000 м³ в сутки. Поток горячего грязевого вулкана продолжает подниматься до сегодняшнего дня и по-прежнему наносит ущерб окружающей среде и экосистеме вокруг мест извержения.

Были проведены различные исследования для оценки состояния грунтовых вод в районе округа Сидоарджо, особенно вокруг грязевого вулкана Луси. Через год после извержения в районе грязевого вулкана Луси было проведено исследование качества грунтовых вод, и сделан вывод, что вода в этом районе загрязнена несколькими химическими веществами, такими как Fe, Mn, Na⁺, Cl⁻. Также отмечается превышение стандартов качества воды по мутности, жесткости, и общему содержанию растворенных веществ. Тем не менее, не выявлено каких-либо специфических веществ, связанных, предположительно, с самим вулканом [1].

В 2013 году было проведено гидрогеохимическое исследование подземных вод в районе Луси, Поронг, округ Сидоарджо. Результаты показали, что содержание хлора и ртути в подземных водах в районе превышало допустимые нормы. Кроме того, общее количество растворенных твердых веществ вокруг грязевого вулкана Луси также довольно велико (чем ближе к центру Луси, тем больше значение), что составляет более 500 мг/л [35].

В 2019 году было проведено исследование качества грунтовых вод вокруг грязевого вулкана Луси. Результаты показывают, что в целом грунтовые воды не

могут быть использованы в качестве источника питьевой воды, так как грунтовые воды относятся к категории загрязненных. Загрязняющие вещества – прежде всего Mn, Fe и Al [2].

Поскольку Сидоарджо непосредственно примыкает к проливу Мадура, исследование 2014 г. показали, что чем дальше от побережья, и ближе к центру города (в том числе к району Луси), тем выше концентрация NO_3^- и фосфата. Это связано с возникновением приливных течений, которые вызывают ускорение течения за счет ускорения процесса перемешивания [3].

Исследования подземных вод в этой местности весьма актуальны, так как в целом подземные воды широко используются в бытовых нуждах.

Грязевой вулкан Луси — достаточно редкое явление, поэтому было проведено много исследований, чтобы понять его влияние на окружающую среду. Таким образом, необходимо оценить эколого-геохимическое состояние грунтовых вод в районе грязевого вулкана Луси, в округе Сидоарджо в текущее время.

сухой сезон — с апреля по октябрь [17]. В Сидоарджо климатические данные регулярно измеряются каждый день через станцию Агентства метеорологии, климатологии и геофизики Джуанды (BMKG Juanda) [18].

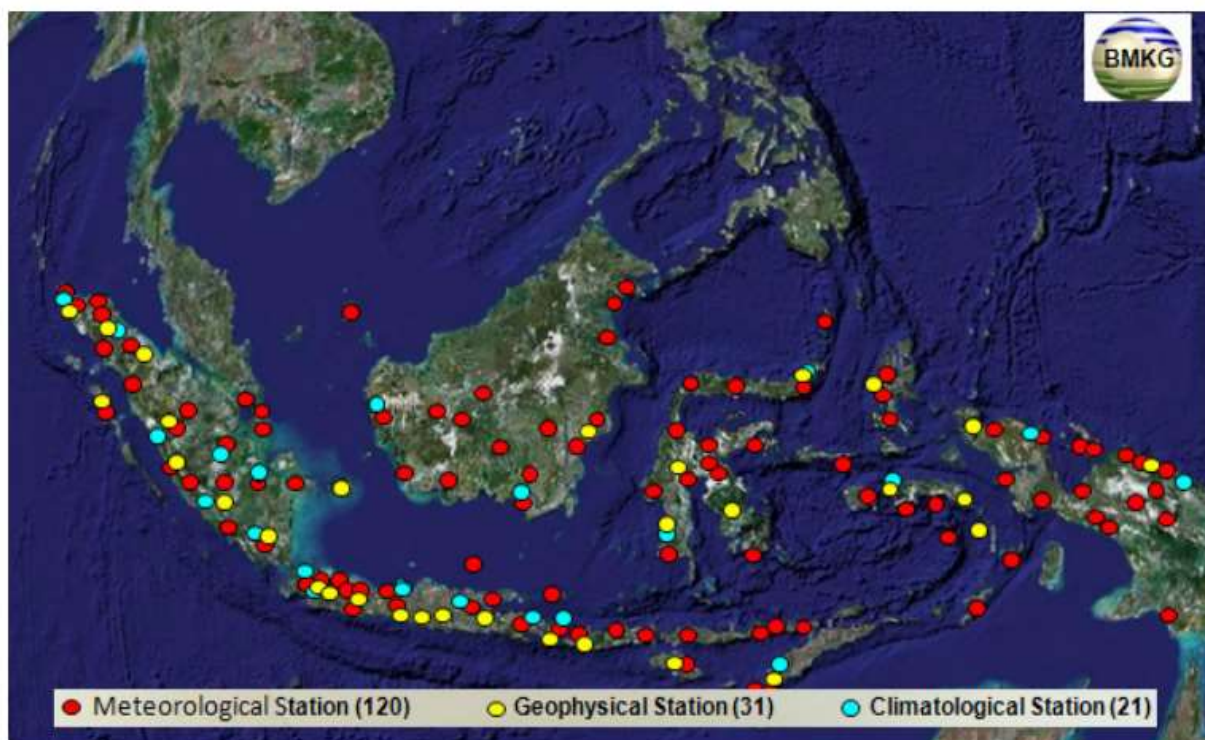


Рис 2. Сеть метеорологических, климатологических и геофизических станций [12]



Рис 3. Сеть гидрологических станций [19]

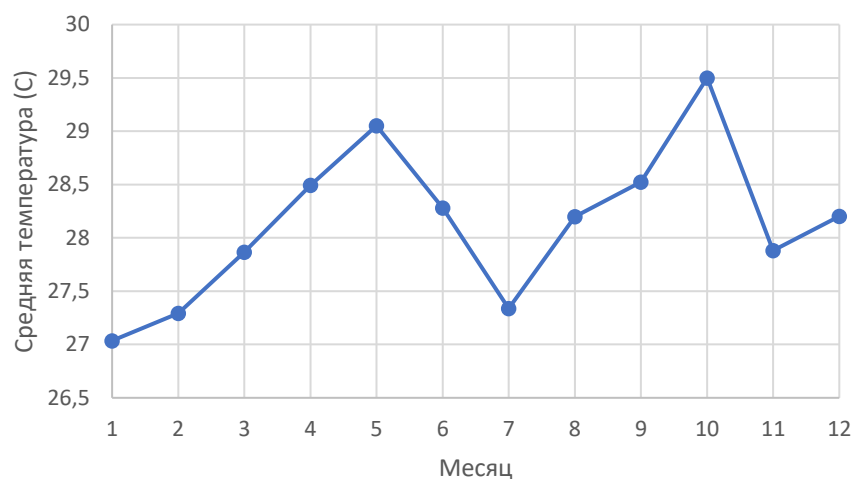


Рис 4. Среднемесячная температура в Сидоарджо

Среднемесячная температура в Сидоарджо существенно не изменилась (рис 4). Самая низкая среднемесячная температура была в январе, которая составила 27,03, а самая высокая среднемесячная температура была в октябре, которая составила 29,5.

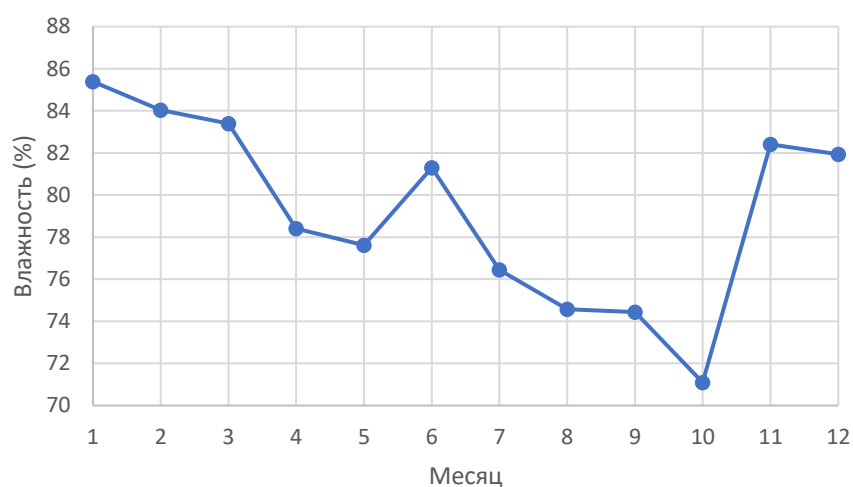


Рис 5. Влажность в Сидоарджо

В соответствии с температурными данными самая высокая влажность в Сидоарджо была измерена в январе и составила 85,4%, а самая низкая влажность была измерена в октябре и составила 71% (рис 5).

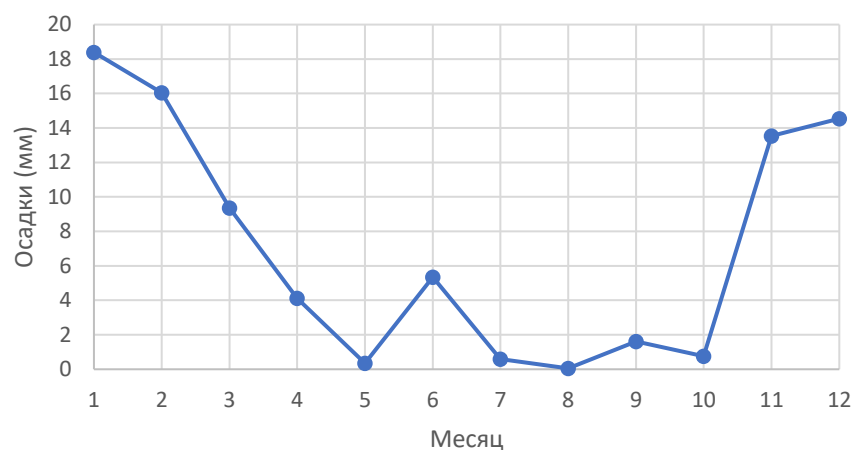


Рис 6. Осадки в Сидоарджо

В Сидоарджо сезон дождей начинается с ноября по март, а сухой сезон — с апреля по октябрь. Наибольшее количество осадков выпадает в январе, в среднем 18,4 мм. Между тем, наименьшее количество осадков выпадает в сухой сезон, а именно в августе, в среднем всего 0,05 мм (рис 6).

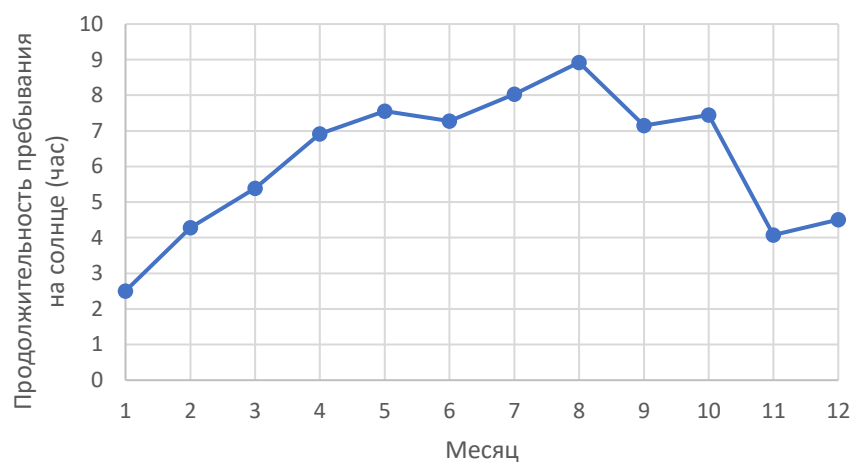


Рис 7. Продолжительность пребывания на солнце в Сидоарджо

В соответствии с данными об осадках известно, что самая короткая средняя продолжительность пребывания на солнце приходится на январь, когда сезон дождей составляет всего около 2,5 часов в день. В то время как самая длинная средняя приходится на август, когда сухой сезон, около 9 часов в день (рис 7).

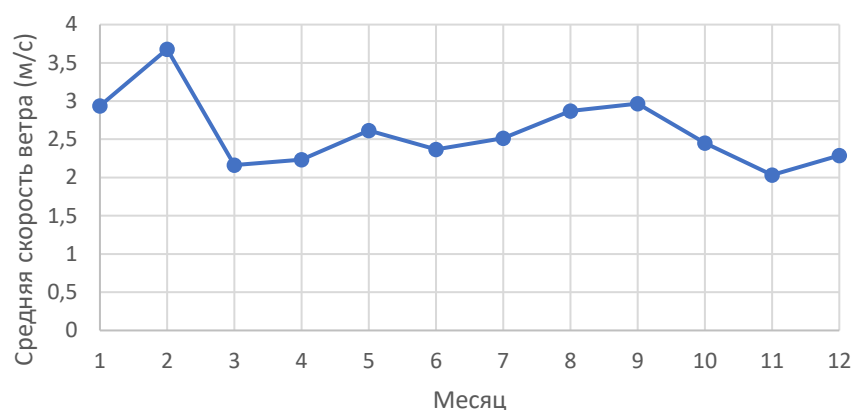


Рис 8. Средняя скорость ветра в Сидоарджо

Самая высокая средняя скорость ветра наблюдается в феврале, в среднем 3,7 м/с, а самая низкая - в ноябре, в среднем 2 м/с (рис 8).

2.2 Почвенный и растительный покров

Типы почв в Сидоарджо, особенно в районе грязевого вулкана Луси: 1) Тип серых аллювиальных почв. Особенностью этой почвы является ее медленная водопроницаемость при продуктивности почвы от низкой до умеренной. Землепользование для этого типа почвы вторичное земледелие и рыболовство, 2) средиземноморский тип почвы [20].



Рис 9. Карта почв острова Ява [21]

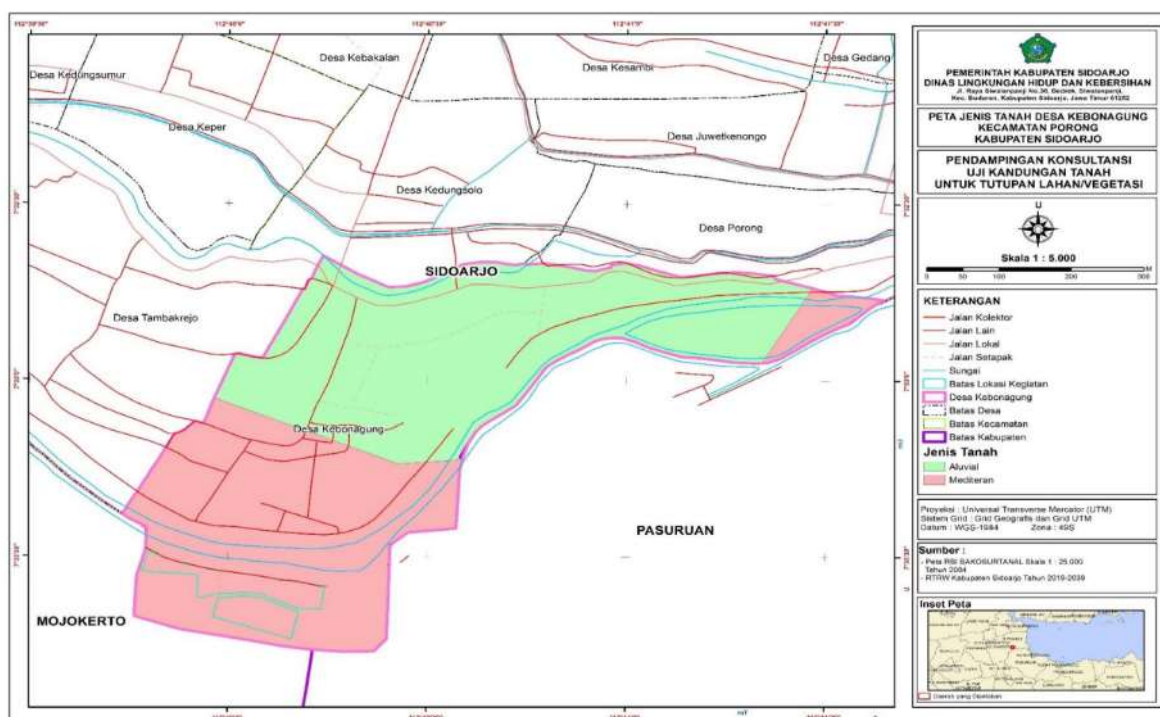


Рис 10. Тип почвы в Поронге (грязевой район Луси) [20]

Тип земельного покрова в виде полей имеет площадь 8910,54 га. Эта площадь достигает 12,39% площади Сидоарджо. Поля Сидоарджо в основном засеяны кукурузой и сахарным тростником. Тип наземного покрова в виде трав и кустарников имеет площадь 5730,09 га. Эта площадь эквивалентна 7,97% площади Сидоарджо [22].

2.3 Геоморфологические и геологические условия

На региональном уровне Сидоарджо входит в бассейн Кенденг, который расположен в зоне центральной депрессии острова Ява из-за столкновения Евразийской плиты с Индо-Австралийской плитой, поэтому здесь много активных разломов [4]. Сидоарджо расположен в пределах устьевой области (дельты) реки Брантас, между ее рукавами Сурабая и рекой Поронг. Кроме того, этот район непосредственно примыкает к городу Сурабая. Площадь Сидоарджо составляет 6.256 га. Рельеф непосредственно в Сидоарджо – равнинный 23-32 м над уровнем моря, на прилегающих территориях – горный.

Остров Ява расположен в южной части Сундаленда, который образован комплексами горных пород, связанными с активными границами конвергенции плит. Конвергенция плит между Австралийской плитой и континентальным

фрагментом Сундаленда была зарегистрирована на этом острове с позднего мелового периода. В результате этот регион сложен сложными плутоновулканическими дугами, аккреционными призмами, зонами субдукции и связанными с ними осадочными породами [6]. Восточно-Яванская геосинклиналь имеет мощность третичных отложений более 6000 м [7] с расчетной скоростью осадконакопления 2480 м/млн лет в районе Луси [8]. Высокая скорость осаднения с последующим быстрым опусканием вызывает несбалансированное уплотнение и по мере созревания органического вещества приводит к перенапряжению отложений в зоне Кенденг. Затем отложения, находящиеся под избыточным давлением, спрессовываются в илистые отмели и проникают в вышележащие отложения во многих частях Восточной Явы в виде грязевых вулканов.

Стратиграфия горных пород, обнаруженных в районе Сидоарджо, заключается в том, что отложения горных пород в этом регионе начинаются с образования известняка формации Куджунг во время миоцена, который затем покрывается синхронизированными с верхним плиоценом отложениями вулканического песчаника, голубоватой каменной глиной, чередующимися песчаники и нижнеплистосенские сланцевые отщепы – Ср. Затем группы горных пород (рис. 11) были перекрыты негармонизированными вулканическими породами Нотопуро верхнего плистоцена и аллювиальными породами дельты Брантас, возраст которых Ресен. Вулканический песчаник, обнаруженный в скважине Банджар панджи-1, имеет мощность около 962 м, которая утончается к востоку (скважина Поронг) [9].

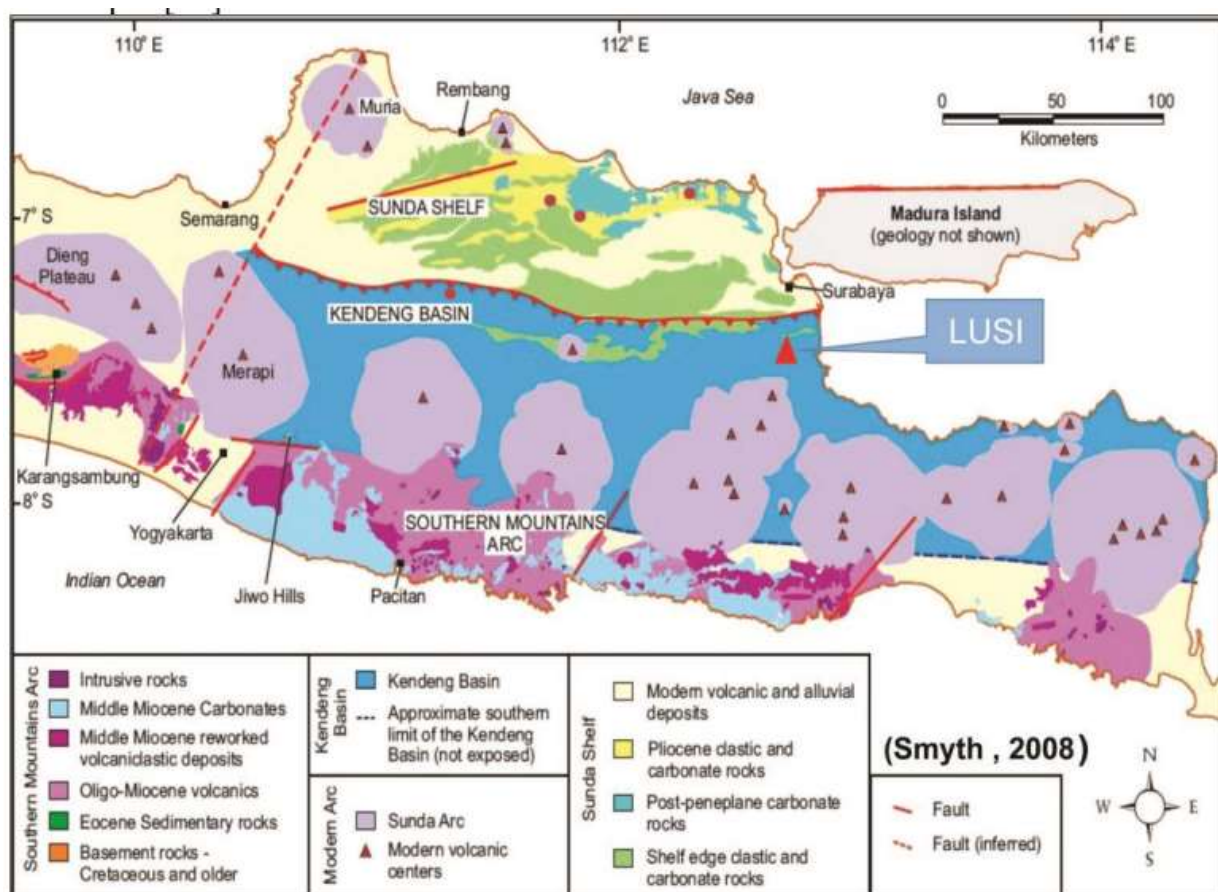


Рис 11. Геологическая карта Восточной Явы [10]

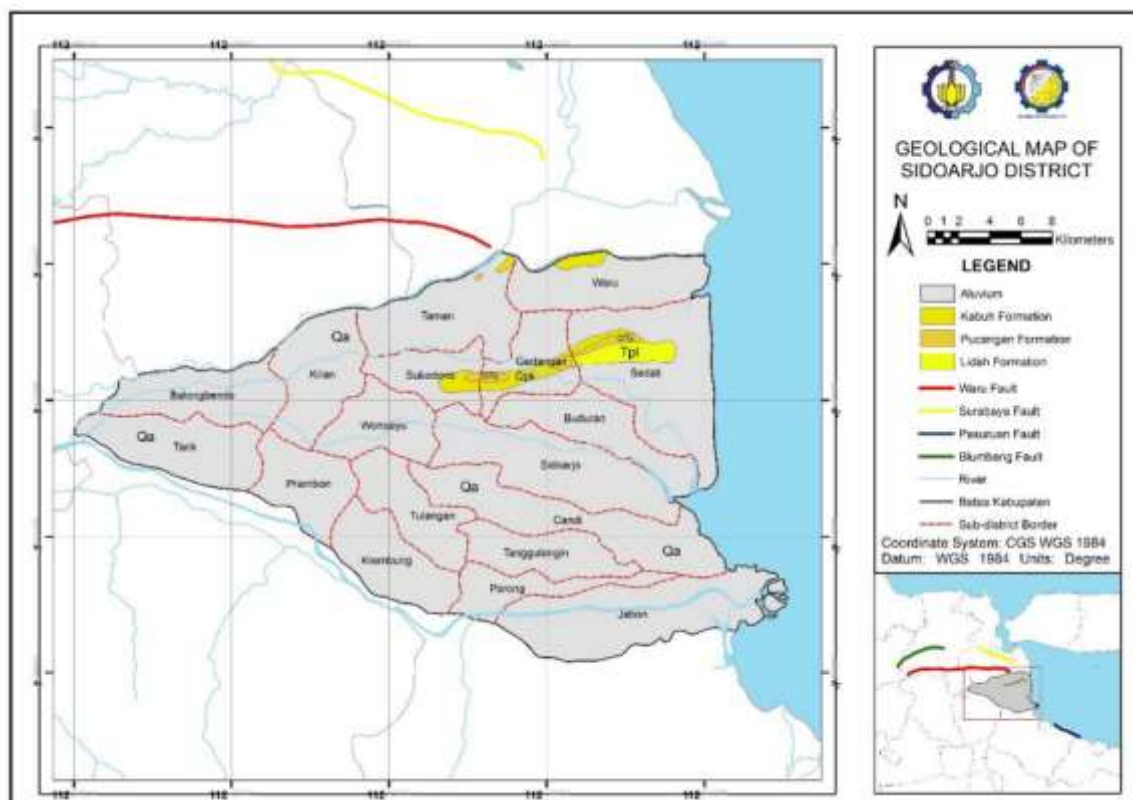


Рис 12. Геологическая карта Сидоарджо [11]

2.4 Гидрологические условия

Поверхностные воды в районе Сидоарджо представлены рукавами реки Брантас, в том числе – рекой Поронг – основным источником водоснабжения Сидоарджо.

Рукава реки Брантас текут примерно параллельно друг другу и впадают в пролив Мадура. Участки устьевых областей рукавов реки Брантас местами заболочены. В Сидоарджо есть плотина Ролак Сонго в районе Тарик. Плотина Ролак Сонго состоит из девяти частей, которые используются в качестве шлюзовых ворот. Плотина регулирует поток воды, чтобы она могла течь через канал Магетан, который используется для орошения рисовых полей в районе Сидоарджо, а также для регулирования уровня воды в притоках реки Брантас, а именно Кали Мас в Сурабая и Кали Поронг в районе Поронг. С помощью этой плотины можно контролировать перераспределение воды между рукавами, чтобы уменьшить вероятность наводнений [18].

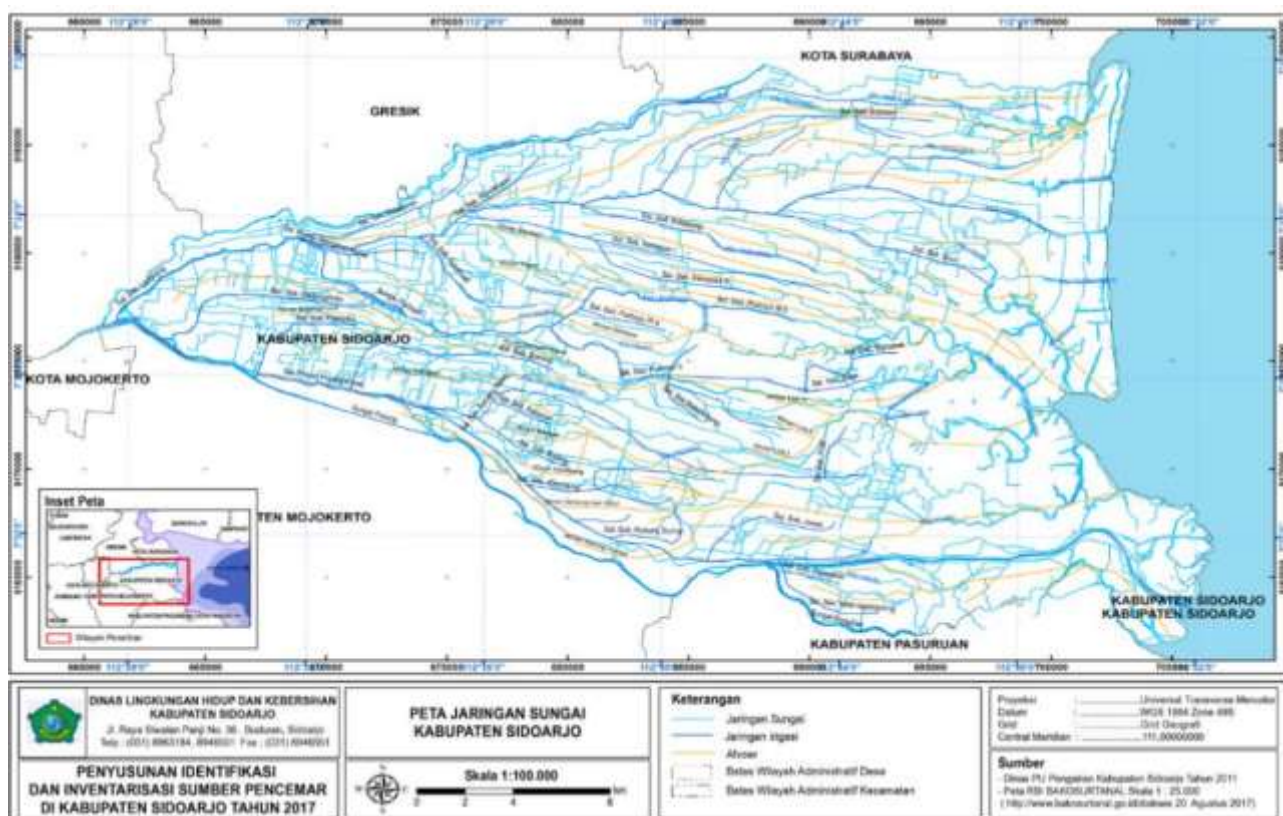


Рис 14. Речные и ирригационные сети в Сидоарджо (примечания: голубой - речная сеть, синий - оросительная сеть, желтый - альвуар)

2.5 Гидрогеологические условия

Гидрогеологические условия Сидоарджо характеризуются наличием участков грунтовых: солоноватых и соленых вод, площадь которых достигает 16.312,69 га. Глубина грунтовых вод составляет в среднем 0-5 метров от поверхности земли.

Водоносный горизонт в районе Сидоарджо сложен песками, галькой, гравием, песчаником и известняком [13]. По инженерно-геологическим свойствам эти породы делятся на рыхлые и твердые породы с различной пористостью и проницаемостью (рис. 6).

Уровень доступности грунтовых вод в Сидоарджо в целом классифицируется как «достаточный» (рис 17). В нескольких районах Сидоарджо грунтовые воды классифицируются как «умеренные» и «плохие».

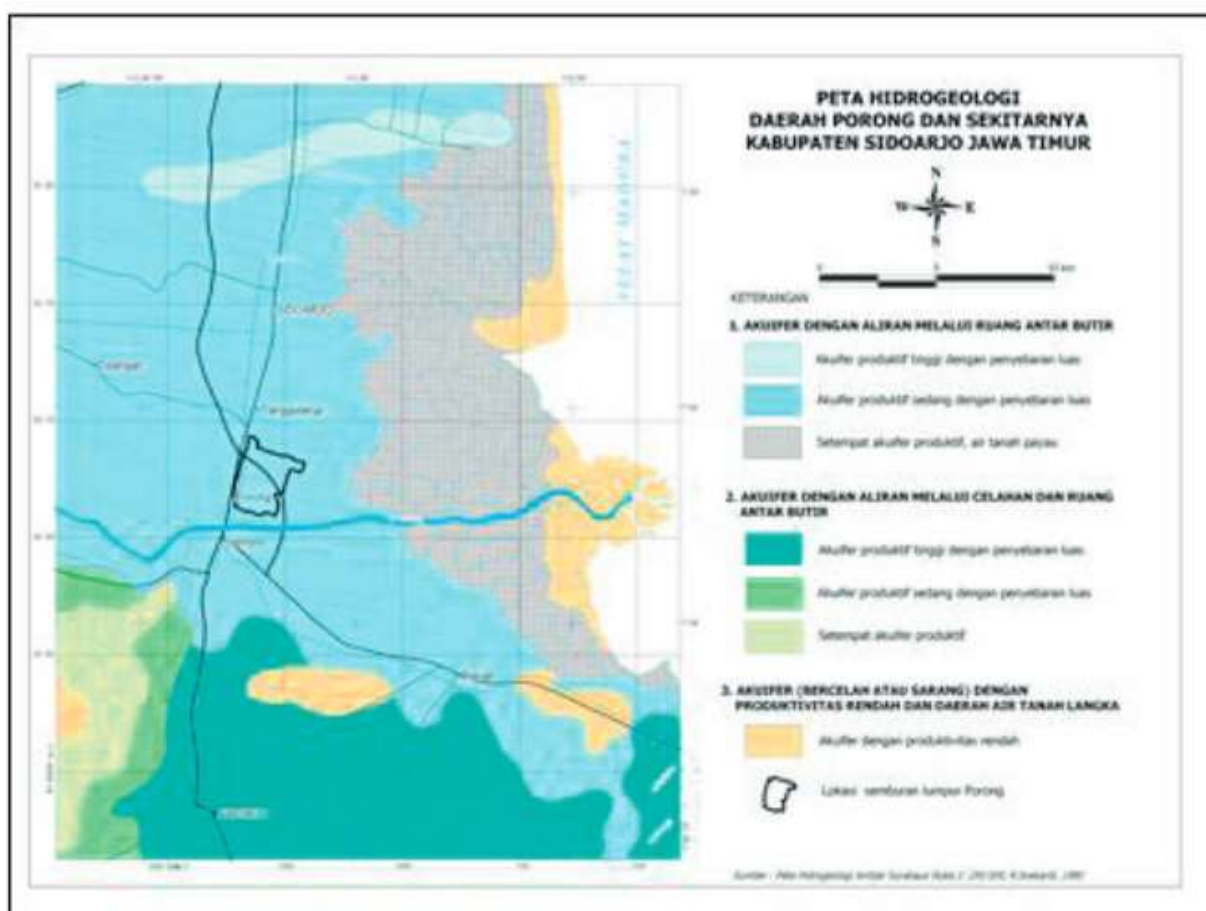


Рис 15. Гидрогеологическая карта Сидоарджо [13]

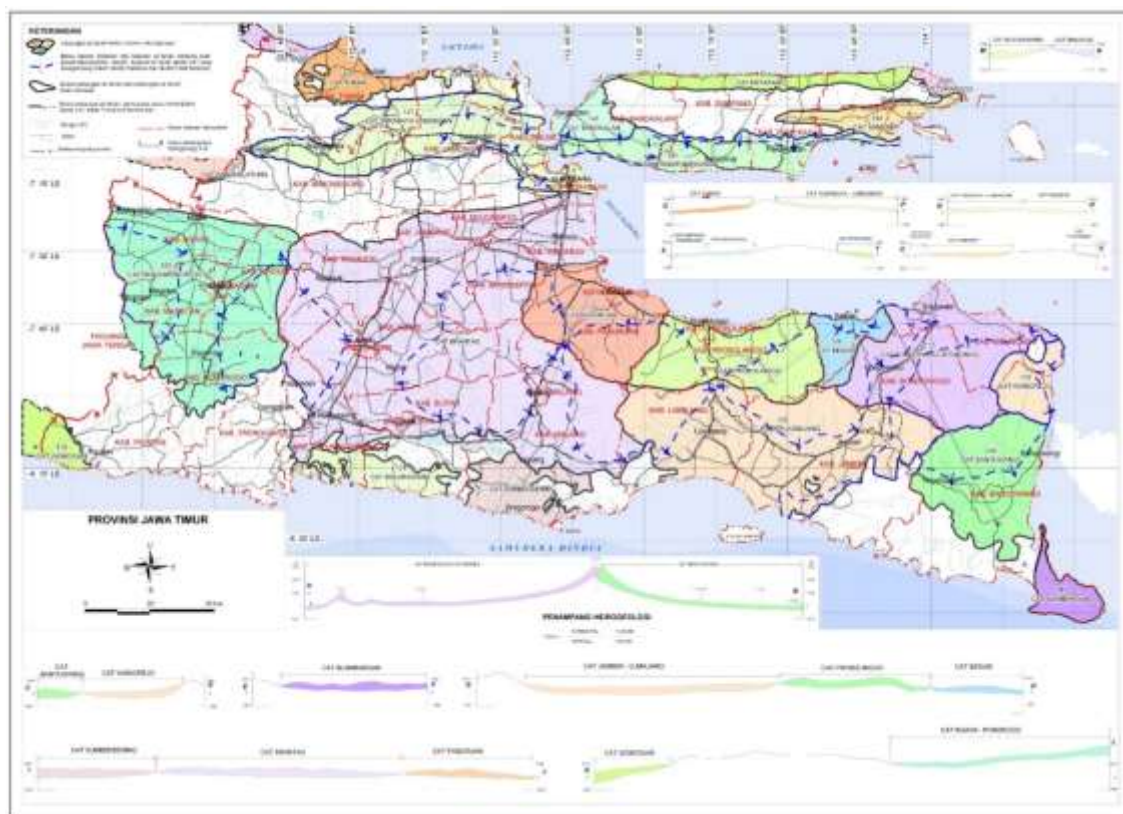


Рис 16. Гидрогеологическое районирование Восточной Явы [14]

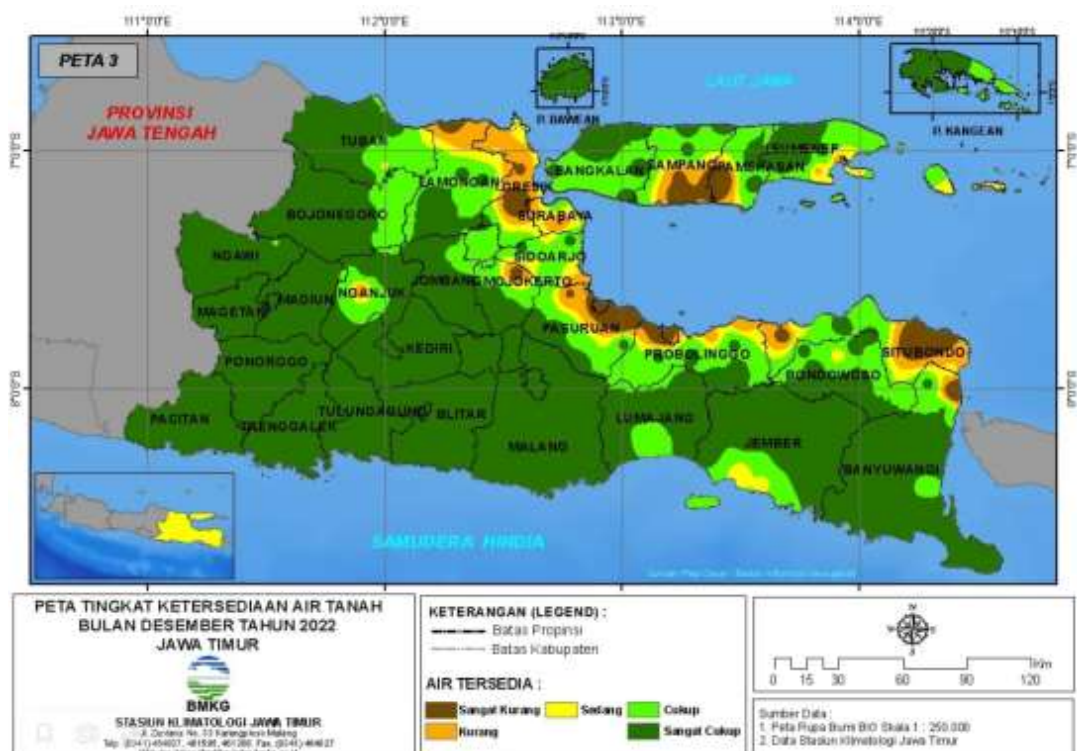


Рис 17. Карта уровня грунтовых вод в провинции Восточная Ява, Индонезия (декабрь 2022 г.) (примечания: темно-коричневые – очень редко; коричневый – меньше; желтый – средний; светло-зеленый – умеренный; темно-зеленый – хорошо) [36]

2.6 Хозяйственная деятельность в Сидоарджо

Агентство по планированию регионального развития Сидоарджо (Barreda) заявило, что сектор производства и торговли является крупнейшим сектором экономики Сидоарджо [23].

Если рассматривать валовой региональный внутренний продукт, то на долю обрабатывающего сектора пришлось 46,8 процента. Между тем, сектор торговли достиг 16,15 процента.

Состав экономических субъектов в Сидоарджо в основном поддерживается 219.200 микропредприятиями, 2.202 средними предприятиями и 368 крупными предприятиями с трудоемким бизнес-сектором.

Рыболовство, промышленность и услуги являются основными секторами экономики Сидоарджо. Пролив Мадуро на востоке является районом производства рыбы, в том числе рыбы, креветок и крабов. Креветки и молочная рыба – основные промысловые товары города. Промышленный сектор в Сидоарджо растет довольно быстро из-за его расположения недалеко от делового центра Восточной Явы (Сурабая), недалеко от порта Танджунг Перак и аэропорта Джуанда.

Сидоарджо обладает продуктивными человеческими ресурсами, а также относительно стабильными социально-политическими условиями и условиями безопасности, которые привлекают инвесторов вкладывать средства в Сидоарджо. Хорошо развивается и мелкий промышленный сектор, в том числе центр производства сумок и чемоданов в Тангулангине, центр производства сандалий и обуви в Ведоро-Вару и Тебел-Геданган, центр производства крекеров в Теласих.

ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Методы отбора проб воды

Объектом исследования являлась колодезная вода (грунтовая вода) в подрайоне Танггулангин и Поронг, Сидоарджо, провинция Восточная Ява, Индонезия.

Отбор проб грунтовых вод выполнен автором из колодцев из приповерхностного слоя: 5 проб (А1-А5) – в поселении Кеденсари в подрайоне Танггулангин округа Сидоарджо в период дождей (в среднем с ноября по март), в конце января – начале февраля 2022 г.; 5 проб (В1-В5) – в подрайоне Поронг округа Сидоарджо в конце засушливого периода, 2 октября 2022 г. (рис. 16). Все колодцы вскрывают аллювиальные отложения, представленные глинами, песками и гравием, используются для питьевого водоснабжения (А1-А5) или использовались ранее (В1-В5).

Методика отбора проб осуществлялась согласно ГОСТ 31861-2012. Пробы воды отбирались точечным методом, данный метод был выбран, так как он помогает оценить качество воды по отношению к нормативам содержания показателей в воде.

Пробы воды отбирались из слоя 1-5 м от поверхности в специально подготовленные емкости с объемом 0,6 л. На каждой емкости имеется этикетка, на которой указана дата отбора и место отбора. В дальнейшем производилась транспортировка упакованных проб в лабораторию окружающей среды Джаса Тирта (Jasa Tirta) 1 в г. Маланг, Индонезия, для проб А1-А5, а в гидрогеохимическую лабораторию Томского политехнического университета (ТПУ) для проб В1-В5.

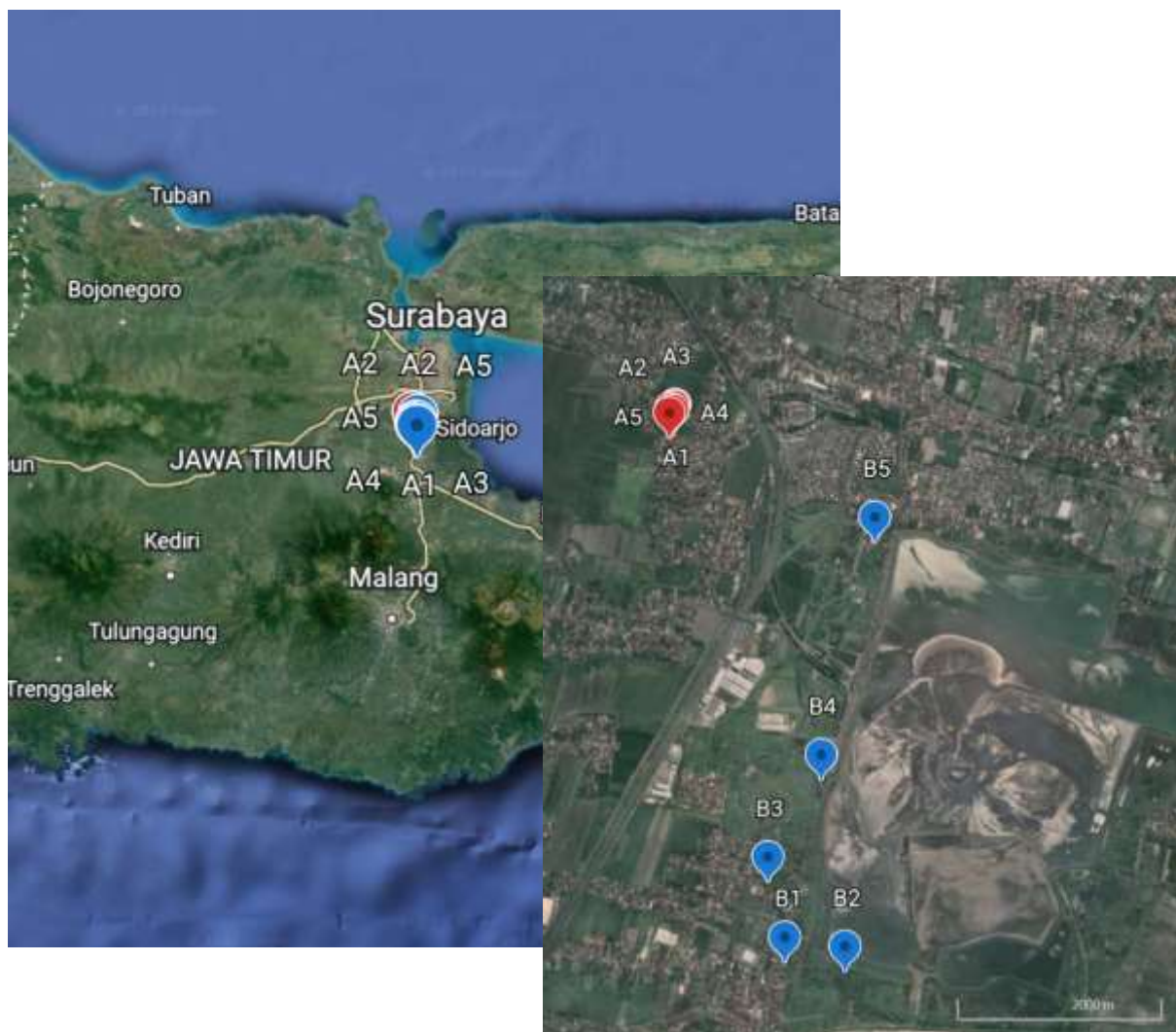


Рис 18. Схема размещения пунктов отбора проб воды в колодцах в подрайоне Тангтулангин и Поронг, округ Сидоарджо (Индонезия, восточная часть острова Ява) в 2022 г.

3.2 Лабораторные методы. Методы химического анализа

В пробах A1-A5 определены мутность (нефелометрия), содержания Cl^- (аргентометрия), Na^+ (атомно-абсорбционная спектрометрия с пламенной атомизацией) и SO_4^{2-} (турбидиметрический метод), в полевых условиях измерены температура воды и pH (потенциометрический метод).

Исследования химического состава грунтовых вод в пробах B1-B5 проводились в гидрогеохимической лаборатории Томского политехнического университета (ТПУ). Определялись значение pH, удельной электропроводности, перманганатской окисляемости, содержания Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^- , CO_2 , SO_4^{2-} ,

NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , Fe, Na^+ , K^+ , более 30 микроэлементов углерод органический, неорганический, общий и азот общий.

Таблица 1. Перечень химических компонентов и методы их анализа

Анализируемые компоненты	Используемые методы
pH	Потенциометрический
Удельная электропроводность ЕС	Кондуктометрический
Перманганатная окисляемость (ПО)	Титриметрический
Ca^{2+}	Титриметрический
Mg^{2+}	Титриметрический
HCO_3^-	Титриметрический
Cl^-	Титриметрический
CO_2	Титриметрический
SO_4^{2-}	Турбидиметрический
NH_4^+	Фотоколлометрический
NO_2^-	Фотоколлометрический
NO_3^-	Фотоколлометрический
Fe	Фотоколлометрический
Na^+	Пламено-эмиссионно спектрометрический
K^+	Пламено-эмиссионно спектрометрический
Более 30 микроэлементов	Масс-спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой с использованием масс-спектрометра NexION 300D
Углерод органический	Высокотемпературное каталитическое окисление
Неорганический	Высокотемпературное каталитическое окисление
Азот общий	Высокотемпературное каталитическое окисление

3.3 Методы расчета определения качества воды

Стандарт и параметры для расчета определения качества воды соответствуют Постановлению министра здравоохранения Республики Индонезия № 492/Menkes/Per/IV/2010 о требованиях к качеству питьевой воды и Постановлению Министерства здравоохранения Республики Индонезии № 32 2017 г. о Стандартах качества окружающей среды и санитарных требований к воде для санитарно-гигиенических целей, плавательных бассейнов, водных растворов и общественных бань [37].

3.3.1 Методы индекса загрязнения воды (ИЗВ)

Для оценки эколого-геохимического состояния грунтовых вод в Сидоарджо был использован показатель индекса загрязнения воды (ИЗВ).

Управление качеством воды, основанное на показателе загрязнения, играет большую роль, так как дает некоторые исходные данные для принятия решений по снижению качества воды. Расчет выполняется по следующим шагам:

1. Рассчитать значения C каждого параметра, например, содержание Fe, Hg, Cr. Этот расчет представляет собой понимание корреляции между стандартом и лабораторным результатом. Расчет ведется по уравнению (1).

$$C = \frac{C_i}{L_{ij}} \quad (1)$$

где,

C : сравнение химической концентрации из лабораторного анализа и норматива

C_i : химическая концентрация, основанная на лабораторных результатах (мг/л)

L_{ij} : химическая концентрация на основе норматива (мг/л)

2. Пересчитать каждый параметр, значение C которого больше 1 ($C > 1$), как C_n . Для расчета используется уравнение (2).

$$C_n = 1 + P \log C \quad (2)$$

где,

C_n : новое сравнение химической концентрации по лабораторному результату и стандарту

P : постоянное значение 5

C : результат из уравнения (1)

3. Рассчитать индекс загрязнения (ИЗВ), используя уравнение (3).

$$\text{ИЗВ} = \sqrt{\frac{C_{n(\max)}^2 + C_{n(\text{avg})}^2}{2}} \quad (3)$$

где,

$C_n(\text{макс})$: максимальное значение C_n для 1 пробы

$C_n(\text{срд})$: среднее значение C_n для 1 пробы

Значение ИЗВ используется для определения уровня загрязнения воды. Классификация воды, основанная на постановлении Министерства здравоохранения Республики Индонезии No. 32 2017 г., разделены на 4 группы (табл. 2).

Таблица 2. Группы качества воды в зависимости от значения индекса загрязнения воды (ИЗВ)

№	Воды	Значения ИЗВ
1	Чистые	0-1,0
2	Слегка загрязненные	1,1-5,0
3	Умеренно загрязненные	5,1-10
4	Сильно загрязненные	> 10

3.3.2 Методы индекса качества воды (*Water Quality Index – WQI*)

WQI является очень полезным инструментом для передачи информации об общем качестве воды, поскольку качество воды не зависит от одного параметра. Чтобы определить пригодность подземных вод для питьевых целей, WQI рассчитывается по заранее определенной формуле [32].

Этапы расчета модели индекса качества воды следующие:

1. Рассчитать значения К (постоянная пропорциональность). Расчет ведется по уравнению (4).

$$K = \frac{1}{\sum_{n=1}^n \frac{1}{V_s}} \quad (4)$$

где,

К : постоянная пропорциональность

Vs : нормативы каждого параметра

2. Рассчитать значения W (*weight age factor*). Расчет ведется по уравнению (5).

$$W = \frac{K}{V_s} \quad (5)$$

где,

W : *weight age factor*

К : постоянная пропорциональность

Vs : нормативы каждого параметра

3. Рассчитать значения q (рейтинг качества). Расчет ведется по уравнению (6).

$$q = \frac{(V_a - V_i)}{(V_s - V_i)} \times 100 \quad (6)$$

где

q : рейтинг качества

Va : результат лабораторного анализа

Vs : нормативы каждого параметра

Vi : идеальное значение каждого параметра (для pH = 7, для других = 0)

4. Рассчитать значения WQI (индекс качества воды). Расчет ведется по уравнению (7).

$$WQI = \text{антилогарифм} \left(\sum_{n=1}^n W_n * \log q_n \right) \quad (7)$$

где,

WQI : *Water Quality Index* (индекс качества воды)

W : *weight age factor*

q : рейтинг качества

5. Классификация качества воды по значению индекса WQI

Классификация качества воды по методу расчета *water quality index (WQI)* показана в таблице 3.

Таблица 3. Группы качества воды в зависимости от значения индекса качества воды (WQI)

№	Индекс качества воды (WQI)	Классификация
1	0-25	Очень чистая
2	26-50	Чистая
3	51-75	Достаточно чистая
4	76-100	Загрязненная
5	>100	Не пригодна для питья

ГЛАВА 4. ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД В СИДОАРДЖО

В соответствии с поставленной целью в пробах воды был определен большой комплекс химических компонентов:

- макрокомпоненты химического состава грунтовых вод — к ним относятся основные ионы воды, составляющие в сумме большую часть, по Алехину (1948) — 99,99% всех растворенных веществ, а именно анионы Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , и катионы Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ ;
- вещества биогенной природы: аммоний, нитраты, нитриты;
- более 30 микрокомпонентов.

Эти химические параметры также могут быть использованы для определения качества воды. В данной работе представлены действующие стандарты определения качества чистой воды в Индонезии, России и ВОЗ.

4.1. Макрокомпонентный состав грунтовых вод

Были получены результаты анализа макрокомпонентов грунтовых вод в Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия. Результаты анализа приведены в таблице 4 для проб А1-А5 и – в таблице 5 для проб В1-В5.

4.1.1 Физико-химический состав грунтовых вод в пробах А1-А5

Для проб А1-А5 было установлено, что мутность грунтовых вод в подрайоне Тангулангин достаточно низкая, то есть вода чистая. Средняя мутность подземных вод составляет 1,06 NTU. Это значение довольно низкое по сравнению с максимальным стандартом, равным 5. Содержание натрия в целом не превышает норму качества воды, но следует отметить, что содержание натрия в пробах А4 и А5 довольно высокое по сравнению с пробами А1-А3. Это может быть связано со сбросом бытовых сточных вод в землю. Содержание хлоридов и сульфатов также довольно низкое: среднее содержание хлоридов в Тангулангине составляет 56,26 мг/л, сульфатов — 25,54 мг/л (таблица 4).

Сумма главных ионов в образцах А1-А5 рассчитывали на основании данных из проб В1-В5. В пробах В1-В5 наибольшая регрессия (соотношение) была

показана между ионами Cl^- и суммой главных ионов. Регрессия между хлоридом и главным ионом составляет $R^2 = 0,9973$. С помощью этих данных, получено уравнение для расчета сумма главных ионов в пробах А1-А5 с учётом иона Cl^- , а именно с уравнением $\Sigma_{mi} = (476,23 \pm 28,69) + (1,34 \pm 0,04) \cdot [\text{Cl}^-]$.

Таблица 4. Физико-химическое состояние грунтовых вод в подрайоне Тангулангин, Сидоарджо (пробы А1-А5)

Показатели	Ед. изм	A1	A2	A3	A4	A5	Нормативы качества воды в Индонезии [26]	Нормативы качества воды в России [27]	Нормативы качества воды в ВОЗ [28]
Мутность	NTU	1,0	1,1	0,9	0,8	1,5	5	1,5(2) мг/л	5
pH	—	7,76	7,53	6,69	8,20	7,82	В пределах 6,5-8,5	В пределах 6-9	В пределах 6,5-9,5
Сумма главных ионов, Σ_{mi}	мг/л	561	551	553	560	533			
Натрий, Na^+	мг/л	1,7	1,4	1,6	29,7	17,4	200	200	200
Хлориды, Cl^-	мг/л	62,9	56,1	57,5	62,5	42,3	250	350	250
Сульфаты, SO_4^{2-}	мг/л	32,6	26,3	25,2	26,6	17,0	250	500	250

Таблица 5. Макрокомпонентный состав грунтовых вод в подрайоне Поронг, Сидоарджо (пробы В1-В5)

Компоненты химического состава	Ед. изм	В1	В2	В3	В4	В5	Нормативы качества воды в Индонезии [26]	Нормативы качества воды в России [27]	Нормативы качества воды в ВОЗ [28]
Водородный показатель, pH	—	6,52	6,63	6,59	6,47	6,39	В пределах 6,5-8,5	В пределах 6-9	В пределах 6,5-9,5
Кальций, Ca^{2+}	мг/л	68,0	68,0	57,6	70,4	238,0	200	200	200
Магний, Mg^{2+}	мг/л	5,40	17,30	23,20	22,40	73,00	150	100	
Натрий, Na^+	мг/л	50,0	61,0	32,0	192,0	412,0	200	200	200
Калий, K^+	мг/л	27,0	7,2	8,2	8,2	29,0			
Гидрокарбонаты, HCO_3^-	мг/л	356	290	288	344	220			
Хлориды, Cl^-	мг/л	25,2	65,8	19,3	208,0	1572,0	250	350	250
Сульфаты, SO_4^{2-}	мг/л	29,0	26,0	14,0	18,0	35,0	250	500	250

4.1.2 Макрокомпонентный состав грунтовых вод в пробах В1-В5

Анализируя полученные данные для проб В1-В5 (таблица 5) по анионному составу можно заключить, что он сильно меняется для каждого аниона. Для гидрокарбоната минимальное значение 220 мг/л зафиксировано в 5-ой пробе, а максимальное – 356 мг/л в 1-ой пробе. Хлориды обнаружены в самом большом содержании в 5-ой пробе с содержанием 1572 мг/л, а минимальное в 3-ей пробе с содержанием 19,3 мг/л. Для сульфатов отмечено наивысшее содержание – 35 мг/л в пробе № 5, а наименьшее – 14 мг/л в пробе № 3. Сульфат-ион привносится в воды из атмосферы, породы или вместе с растворенным удобрениями. Гидрокарбонат-ион является результатом растворения угольной кислоты в подземных водах. Хлор – хороший мигрант, является показателем активной антропогенной деятельности. Источником хлора в городских условиях чаще всего являются противогололедные реагенты.

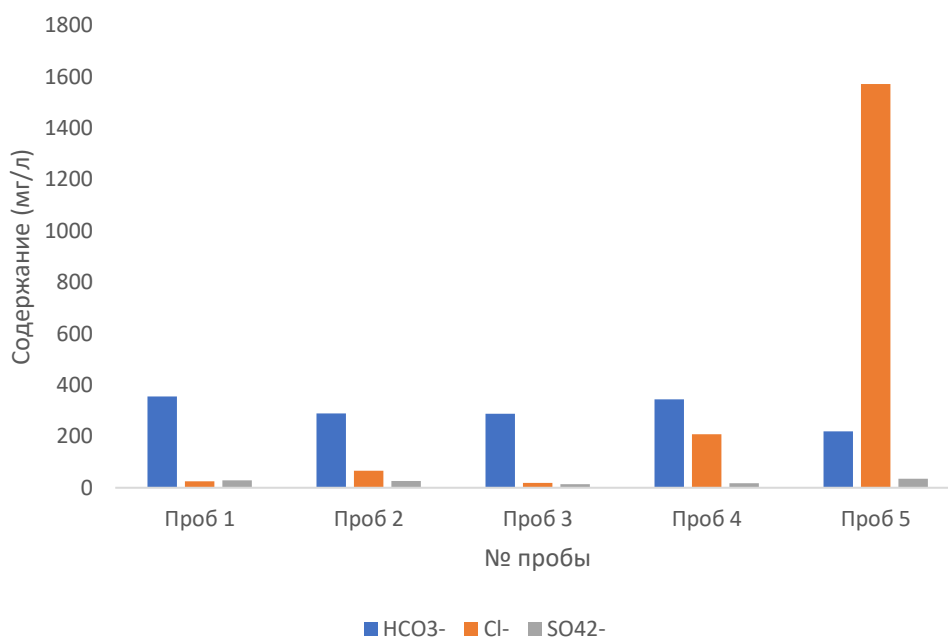


Рис 17. Анионный состав грунтовых вод в подрайоне Поронг, Сидоарджо

Катионный состав также сильно меняется. Минимальное значение для магния – 5,4 мг/л в пробе № 1, а максимальное – 73 мг/л в пробе № 5. Для кальция минимум зафиксирован в пробе № 3 – 57,6 мг/л, максимум – в пробе № 5 – 238 мг/л. Для натрия минимум в пробе № 3 – 32 мг/л, а максимум – в пробе № 5 – 412 мг/л.

мг/л. Для калия минимальное значение в пробе № 2 – 7,2 мг/л, а максимальное в пробе № 5 – 29 мг/л.

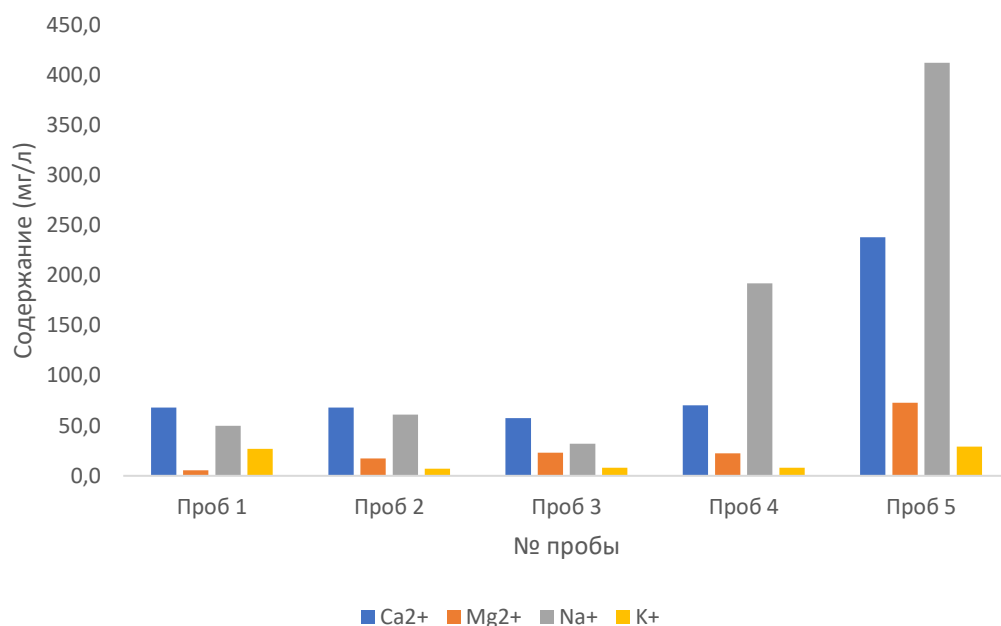


Рис 18. Катионный состав грунтовых вод в подрайоне Поронг, Сидоарджо

Таблица 6. Сумма анионов и катионов грунтовых вод в подрайоне Поронг, Сидоарджо

Ионы	B1		B2		B3		B4		B5	
	мг-экв/л	%	мг-экв/л	%	мг-экв/л	%	мг-экв/л	%	мг-экв/л	%
Ca ²⁺	3,40	47,35	3,40	49,61	2,88	54,48	3,52	27,24	11,90	36,62
Mg ²⁺	0,22	3,09	0,43	6,31	0,59	11,25	0,63	4,89	1,20	3,68
Na ⁺	2,17	30,27	2,65	38,70	1,39	26,32	8,35	64,61	17,91	55,12
K ⁺	1,38	19,28	0,37	5,39	0,42	7,95	0,42	3,25	1,49	4,58
Сумма катионов	7,18	100	6,85	100	5,29	100	12,92	100	32,50	100
HCO ₃ ⁻	5,84	81,61	4,75	66,47	4,72	84,96	5,64	47,46	3,61	7,41
Cl ⁻	0,71	9,94	1,86	25,95	0,54	9,80	5,87	49,38	44,34	91,09
SO ₄ ²⁻	0,60	8,45	0,54	7,57	0,29	5,25	0,38	3,16	0,73	1,50
Сумма анионов	7,15	100	7,15	100	5,56	100	11,88	100	48,68	100

Проба B1

$$\frac{HCO_3^- 81,61}{Ca^{2+} 47,35 Na^+ 30,27 K^+ 19,28} pH 6,52$$

Тип воды по О.А. Алекину C_I^{Ca}

Проба В2

$$\frac{HCO_3^- 66,47 Cl^- 25,95}{Ca^{2+} 49,61 Na^+ 38,7} pH 6,63$$

Тип воды по О.А. Алекину C_{II}^{Ca}

Проба В3

$$\frac{HCO_3^- 84,96}{Ca^{2+} 54,48 Na^+ 26,32 Mg^{2+} 11,25} pH 6,59$$

Тип воды по О.А. Алекину C_I^{Ca}

Проба В4

$$\frac{Cl^- 49,38 HCO_3^- 47,46}{Na^+ 64,61 Ca^{2+} 27,24} pH 6,47$$

Тип воды по О.А. Алекину Cl_I^{Na}

Проба В5

$$\frac{Cl^- 91,09}{Na^+ 55,12 Ca^{2+} 36,62} pH 6,39$$

Тип воды по О.А. Алекину Cl_{III}^{Na}

Грунтовые воды в округе Сидоарджо по минерализации характеризуются в основном как пресные с повышенной минерализацией. К солоноватым относятся только воды в пункте В5, который расположен по направлению грязевого потока. По химическому составу по О.А. Алекину [29] грунтовые воды в пробах В1, В2, В3 – гидрокарбонатные кальциевые, первого и второго типов, в пробах В4 и В5 – хлоридные натриевые (табл. 2), причем в пункте В5 – третьего типа, что обычно соответствует условиям формирования химического состава морских вод [30]. По величине рН (согласно [31]), воды в четырёх случаях из десяти проб (А1-А5 и В1-В5) – слабощелочные (7,5–8,5), еще в четырёх – нейтральные (6,5–7,5), в двух – слабокислые (5,0–6,5).

4.2 Азотистые соединения грунтовых вод

По результатам химического лабораторного анализа (таблица 7) аммиак и нитраты в целом имеют результаты, не превышающие предельную допустимую концентрацию. А концентрация нитрита в грунтовых водах в подрайоне Поронг, Сидоарджо, именно в пробах В1 и В2 представлен в количествах, превышающих предельную допустимую концентрацию. При максимальной концентрации нитрата 3,0 мг/л, нитрат в пробах В1 и В2 составляет, последовательно, 7,70 и 3,5 мг/л.

Сидоарджо имеет прямую границу с проливом Мадура, поэтому существует вероятность проникновения морской воды, что может привести к увеличению содержания нитритов [3]. Кроме того, поскольку в каждом доме есть собственный септик, это также может повлиять на состояние окружающих грунтовых вод, увеличив содержание нитритов в воде [33].

Таблица 7. Азотистые соединения грунтовых вод в подрайоне Поронг, Сидоарджо (B1-B5)

Компоненты и показатели химического состава	Ед. изм	B1	B2	B3	B4	B5	Нормативы качества воды в Индонезии [26]	Нормативы качества воды в России [27]	Нормативы качества воды в ВОЗ [28]
Аммоний, NH_3	мг/л	0,14	0,29	0,18	0,64	0,09	1,5	2	1,5
Нитриты, по NO_2^-	мг/л	7,70	5,30	0,36	1,73	0,70	3	3	3
Нитраты, по NO_3^-	мг/л	3,40	4,00	0,88	8,90	8,70	50	45	50

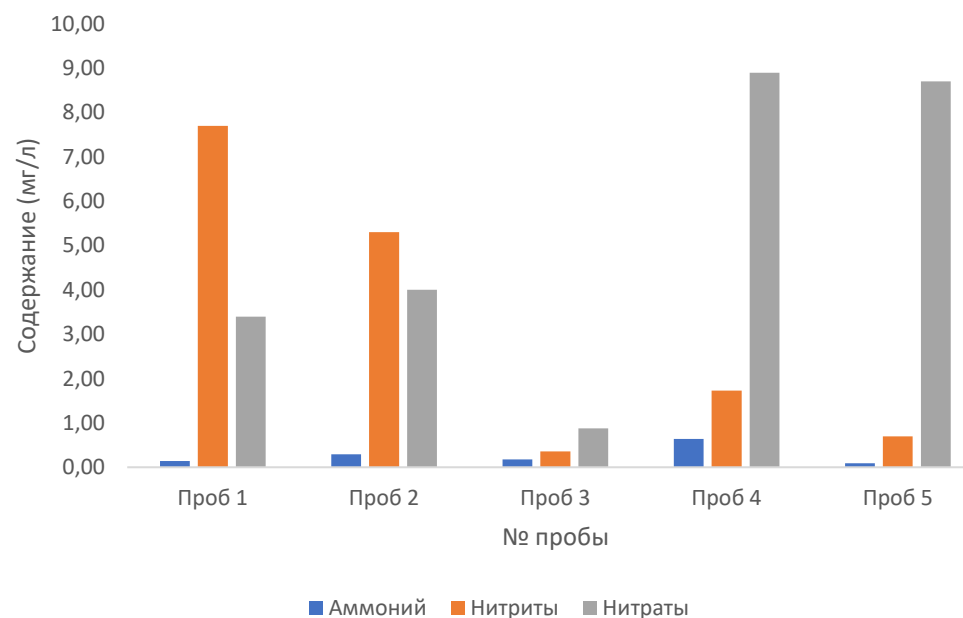


Рис 19. Азотные соединения грунтовых вод в Сидоарджо

4.3 Микрокомпонентный состав грунтовых вод

Содержание микрокомпонентов в грунтовых водах играет важную роль в определении качества воды, поскольку они оказывают влияние на человека как прямо, так и косвенно.

В грунтовых водах в подрайоне Поронг, Сидоарджо обнаружены различные микрокомпоненты, некоторые из них превышают предельную допустимую концентрацию. Исследования показывают, что увеличение содержания химических веществ в воде может оказывать влияние на здоровье человека, а также на другие компоненты окружающей среды [34].

В таблице 8 представлены результаты лабораторного анализа содержания микрокомпонентов грунтовых вод в подрайоне Поронг, Сидоарджо. Содержание Mn, Fe, As, Se, I и Hg превышает действующие стандарты.

Ртуть является компонентом, достаточно опасным для здоровья человека. При этом Hg определялась на уровне 26,39 мкг/л. В то время как исследования 2013 года также показали, что в подземных водах скважин в подрайоне Поронг было превышение нормы содержания ртути, которая составляла 2,44 мкг/л [35].

Таблица 8. Микрокомпонентный состав грунтовых вод в районе Поронг, Сидоарджо (B1-B5)

Компоненты и показатели химического состава	Ед. изм	B1	B2	B3	B4	B5	Нормативы качества воды в Индонезии [26]	Нормативы качества воды в России [27]	Нормативы качества воды в ВОЗ [28]
Li	мкг/л	0,28	1,61	0,31	0,48	0,94		30	
B	мкг/л	93	158	68	119	1776	500	500	500
Al	мкг/л	0,93	11,21	3,47	2,18	40,68	200	500	200
Sc	мкг/л	1,91	1,31	1,61	2,03	1,20			
Ti	мкг/л	2,29	1,88	1,37	1,92	4,26			
V	мкг/л	1,01	1,12	7,09	1,63	23,91		100	
Mn	мкг/л	1476	714	291	4112	619	500	100(500)	400
Fe	мкг/л	74	417	87	1482	200	1000	300(100)	2000
Cr	мкг/л	2,04	1,82	1,99	2,47	1,61	50	50	50
Co	мкг/л	0,14	0,17	0,07	0,15	0,26		100	
Ni	мкг/л	0,87	0,58	0,00	0,10	2,01	70	100	70
Cu	мкг/л	0,13	1,17	0,53	2,04	2,79		1000	2000
Zn	мкг/л	7,99	64,67	0,87	1,54	7,54	15000	5000	3000
Ga	мкг/л	0,04	0,03	0,01	0,14	0,03			
Ge	мкг/л	0,32	0,03	0,00	0,10	0,01			
As	мкг/л	0,17	0,59	6,36	16,23	3,11	10	50	10
Se	мкг/л	0,17	0,86	0,52	2,24	14,31	10	10	10
Br	мкг/л	50	151	55	757	3922			
Rb	мкг/л	21	12	8	11	21		100	
Sr	мкг/л	482	405	309	554	1263		7000	
Y	мкг/л	0,004	0,030	0,008	0,073	0,062			
Zr	мкг/л	0,005	0,041	0,002	0,035	0,039			
Nb	мкг/л	0,000	0,009	0,001	0,010	0,000		10	
Mo	мкг/л	3,16	0,87	3,20	2,99	3,85			
Ru	мкг/л	0,018	0,000	0,000	0,000	0,000			
Rh	мкг/л	0,006	0,006	0,007	0,014	0,023			
Pd	мкг/л	0,007	0,010	0,003	0,008	0,021			

Ag	мкг/л	0,009	0,000	0,000	0,000	0,004		50	100
Cd	мкг/л	0,000	0,000	0,000	0,000	0,071	5	1	3
Sn	мкг/л	0,000	0,016	0,000	0,076	0,261			
Sb	мкг/л	1,209	0,125	0,123	0,004	0,485		50	
I	мкг/л	25	69	66	96	3143			17
Cs	мкг/л	0,026	0,092	0,000	0,044	0,023			
Ba	мкг/л	183	101	43	185	238	700	100	700
La	мкг/л	0,002	0,023	0,005	0,006	0,055			
Ce	мкг/л	0,000	0,036	0,007	0,010	0,093			
Pr	мкг/л	0,000	0,003	0,000	0,000	0,012			
Nd	мкг/л	0,000	0,013	0,000	0,000	0,024			
Sm	мкг/л	0,000	0,017	0,000	0,000	0,029		24	
Eu	мкг/л	0,022	0,020	0,006	0,031	0,037		300	
Tb	мкг/л	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000			
Dy	мкг/л	0,000	0,005	0,000	0,004	0,012			
Ho	мкг/л	0,000	0,002	0,000	0,003	0,001			
Er	мкг/л	0,000	0,002	0,000	0,002	0,007			
Tm	мкг/л	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001			
Yb	мкг/л	0,003	0,000	0,000	0,003	0,004			
Lu	мкг/л	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001			
Hf	мкг/л	0,003	0,011	0,003	0,008	0,000			
W	мкг/л	0,22	0,05	0,03	0,11	0,00		50	
Re	мкг/л	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000			
Ir	мкг/л	0,000	0,002	0,000	0,003	0,000			
Au	мкг/л	0,000	0,000	0,000	0,024	0,042			
Hg	мкг/л	0,71	1,00	0,51	1,31	26,39	1	0,5	6
Tl	мкг/л	0,001	0,002	0,007	0,001	0,038		0,1	
Pb	мкг/л	0,02	1,01	0,05	0,11	0,32	50	30	
Th	мкг/л	0,003	0,009	0,011	0,008	0,003			
U	мкг/л	0,005	0,019	0,209	0,006	0,301	15		15

4.4 Результаты определения качества воды

4.4.1 Индекс загрязнения воды (ИЗВ)

В табл. 9 представлены результаты расчета значения C и индекса загрязнения воды. Результаты показывают, что все показатели, полученные в пробах А1-А5, меньше 1. Можно отметить, что вода в подрайоне Тангулангин относится к категории чистых. Если сортировать от самых чистых, то получаем А2, А5, А4, А3 и А1. Кроме того, на основании предыдущих исследований, вода в этом районе также относится к категории чистых, судя по параметрам жесткости воды, а также общему содержанию кишечных палочек [39].

На основании результатов расчетов в Таблице 10, грунтовые воды в подрайоне Поронг, Сидоарджо, имеют различное качество. Вода в пробе В3 является самой чистой водой с индексом менее 1. Кроме этого, вода в пробах В1, В2 и В3 характеризуется как слегка загрязненной, с индексом от 1,1 до 5,0. А вода в пробе В5 – умеренно загрязненная, с индексом 5,773. Это вполне понятно, так как вода в В5 загрязнена ртутью в достаточно высокой концентрации, кроме того, она также загрязнена марганцем и селеном. Судя по таблице 5, вода в пробе В5 также содержит содержание, превышающее предельную допустимую концентрацию, такое как Ca^{+} , Na^{+} и Cl^{-} . Между тем, вода в пробе В3 в целом ни один из параметров для расчетов не превысил предельную допустимую концентрацию.

Таблица 9. Расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ) в районе Тангтулангин, Сидоарджо (А1-А5)

Показатель	Ед. изм	Нормативы	Проб воды					Значение С				
			А1	А2	А3	А4	А5	А1	А2	А3	А4	А5
Ta	С	±3	28	28,8	28,6	30	29	1,3	-0,5	-0,3	-1,2	-0,7
Tw	С		26,7	28,5	28,3	29,2	28,7					
pH	-	6,5-8,5	7,76	7,53	6,69	8,2	7,82	-0,260	-0,030	0,810	-0,700	-0,320
Мутность	NTU	5	1	1,1	0,9	0,8	1,5	0,200	0,220	0,180	0,160	0,300
Na ⁺	мг/л	200	1,7	1,4	1,6	29,7	17,4	0,009	0,007	0,008	0,149	0,087
Cl ⁻	мг/л	250	62,9	56,1	57,5	62,5	42,3	0,252	0,224	0,230	0,250	0,169
SO ₄ ²⁻	мг/л	250	32,6	26,3	25,2	26,6	17	0,130	0,105	0,101	0,106	0,068
С макс								1,3	0,224	0,81	0,25	0,3
С сред								0,3	0,004	0,171	-0,206	-0,066
ИЗВ								0,94	0,16	0,59	0,23	0,22

Таблица 10. Расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ) в районе Поронг, Сидоарджо (В1-В5)

Показатель	Ед. изм	Нормативы	С					Сп				
			В1	В2	В3	В4	В5	В1	В2	В3	В4	В5
Ta	С	±3	0,529	1	-0,059	-0,882	-1	0,529	1	-0,058	-0,882	-1
Tw	С											
pH	-	6,5-8,5	0,980	0,870	0,910	1,030	1,110	0,980	0,870	0,910	1,030	1,110
Fe	мг/л	1	0,074	0,417	0,087	1,482	0,200	0,074	0,417	0,087	1,855	0,200
Mn	мг/л	0,5	2,952	1,427	0,582	8,224	1,237	3,351	1,772	0,582	5,576	1,463
NO ₃ ⁻	мг/л	10	0,340	0,400	0,088	0,890	0,870	0,340	0,400	0,088	0,890	0,870
NO ₂ ⁻	мг/л	1	7,700	5,300	0,360	1,730	0,700	5,432	4,621	0,360	2,190	0,700
Hg	мг/л	0,001	0,712	1,000	0,509	1,307	26,393	0,712	1,001	0,509	1,582	8,107
As	мг/л	0,05	0,003	0,012	0,127	0,325	0,062	0,003	0,012	0,127	0,325	0,062
Cd	мг/л	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014
Cr	мг/л	0,05	0,041	0,036	0,040	0,049	0,032	0,041	0,036	0,040	0,049	0,032
Se	мг/л	0,01	0,017	0,086	0,052	0,224	1,431	0,017	0,086	0,052	0,224	1,778
Zn	мг/л	15	0,001	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001	0,004	0,000	0,000	0,001

SO ₄ ²⁻	мг/л	400	0,073	0,065	0,035	0,045	0,088	0,073	0,065	0,035	0,045	0,088
Pb	мг/л	0,05	0,000	0,020	0,001	0,002	0,006	0,000	0,020	0,001	0,002	0,006
Сп макс								5,432	4,621	0,910	5,576	8,107
Сп сред								0,825	0,736	0,195	0,920	0,959
ИЗВ								3,89	3,31	0,66	3,99	5,77

4.4.2 Индекс качества воды (WQI)

На основе метода расчета WQI получены следующие результаты. На основании расчетов значение К (постоянная пропорциональность), полученное для проб А1-А5, составляет 3,024 на основе параметров, использованных при расчете. Результаты расчетов в таблице 11 показывают, что в пробах А1-А5 она классифицируется как чистая вода. Только проба А2 классифицируется как «очень чистая вода». В целом полученные результаты согласуются с предыдущими расчетами с помощью метода ИЗВ. Однако в данном случае последовательность такова: А3, А2, А1, А4 и А5.

Значение К (постоянная пропорциональность) для проб В1-В5 составляет 0,000733 на основе параметров, использованных при расчете. Полученные результаты расчета в таблице 12 заключались в том, что пробы В1 и В3 были классифицированы как «очень чистая вода» с индексом WQI между 0 и 25, пробы В2 и В4 были классифицированы как «чистая вода» с индексом WQI между 26 и 50, а вода в пробе В5 была запрещена для питья так как индекс WQI в этой пробе равен 512,955 (больше 100). Этот результат также совпадает с предыдущим расчетом с помощью метода ИЗВ, а именно вода в В3 является самой чистой водой, а вода в В5 – наиболее загрязненной. Результаты этого расчета также согласуются с результатами предыдущих оценок эколого-геохимического состояния подземных вод по параметрам Кf и Кс на основе нормативов качества воды хозяйственно-питьевого назначения в Российской Федерации, о том, что вода в пробе В3 является наиболее чистой водой, а в пробе В5 наиболее загрязненной. Воду проб А1-А5 можно рассматривать как условный природный антропогенно-геохимический фон при изучении влияния грязевых вулканов на содержание ключевых ионов, особенно хлорида [38].

Таблица 11. Расчет индекса качества воды (WQI) в районе Танггулангин, Сидоарджо (A1-A5)

Показатель	Значение W	Рейтинг качества (q)					Индекс качества воды (WQI)				
		A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5
pH	0,3558	50,67	35,33	12,67	80,00	54,67	0,607	0,551	0,392	0,677	0,618
Мутность	0,6049	20,00	22,00	18,00	16,00	30,00	0,787	0,812	0,759	0,728	0,893
Na ⁺	0,0151	0,85	0,70	0,80	14,85	8,70	-0,001	-0,002	-0,001	0,018	0,014
Cl ⁻	0,0121	25,16	22,44	23,00	25,00	16,92	0,017	0,016	0,016	0,017	0,015
SO ₄ ²⁻	0,0121	13,04	10,52	10,08	10,64	6,80	0,013	0,012	0,012	0,012	0,010
Сумма							1,42	1,39	1,18	1,45	1,55
Антилогарифм (значение WQI)							26,48	24,50	15,09	28,35	35,56

Таблица 12. Расчет индекса качества воды (WQI) в районе Поронг, Сидоарджо (B1-B5)

Показатель	Значение W	Рейтинг качества (q)					Индекс качества воды (WQI)				
		B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5
pH	0,0001	1,3333	8,6667	6,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000
Fe	0,0007	7,3894	41,7287	8,7446	148,2349	20,0304	0,0006	0,0012	0,0007	0,0016	0,0010
Mn	0,0015	295,1894	142,7054	58,1795	822,4338	123,7453	0,0036	0,0032	0,0026	0,0043	0,0031
NO ₃ ⁻	0,0001	34,0000	40,0000	8,8000	89,0000	87,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
NO ₂ ⁻	0,0007	770,0000	530,0000	36,0000	173,0000	70,0000	0,0021	0,0020	0,0011	0,0016	0,0014
Hg	0,7330	71,1763	100,0338	50,9075	130,7236	2639,2662	1,3577	1,4661	1,2510	1,5513	2,5079
As	0,0147	0,3426	1,1709	12,7106	32,4544	6,2263	-0,0068	0,0010	0,0162	0,0222	0,0116
Cd	0,1466	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,4231	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0225
Cr	0,0147	4,0789	3,6428	3,9730	4,9471	3,2149	0,0090	0,0082	0,0088	0,0102	0,0074
Se	0,0733	1,7237	8,6199	5,1725	22,4123	143,1001	0,0173	0,0686	0,0523	0,0990	0,1580
Zn	0,0000	0,0533	0,4311	0,0058	0,0103	0,0502	-0,0001	0,0000	-0,0001	-0,0001	-0,0001
SO ₄ ²⁻	0,0000	7,2500	6,5000	3,5000	4,5000	8,7500	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pb	0,0147	0,0427	2,0102	0,0951	0,2296	0,6428	-0,0201	0,0044	-0,0150	-0,0094	-0,0028
Сумма							1,36	1,55	1,31	1,68	2,71
Антилогарифм (значение WQI)							23,09	35,88	20,79	47,95	512,95

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате исследования проб грунтовых вод в Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия, было установлено, что состояние воды в этом районе следующее: в подрайоне Тангулангин, а точнее в деревне Кеденсари, грунтовые воды классифицируются как чистый, из нескольких исследуемых компонентов. Между тем состояние грунтовых вод в подрайоне Поронг, а точнее вокруг грязевого вулкана Луси, неудовлетворительное.

Грунтовые воды в грязевом районе Луси классифицируются как гидрокарбонатные кальциевые и хлоридные натриевые. Однако, помимо этого, грунтовые воды подрайона имеют превышающий нормы химический состав, такой как Ca^+ , Na^+ , Cl^- , NO_2^- , и включают такие микрокомпоненты, как Mn, Fe, As, I, Hg.

Существует вероятность того, что загрязнение воды в районе Луси вызвано извержением грязевого вулкана, имеющего различные химические составы. Кроме того, поскольку Сидоарджо непосредственно прилегает к проливу, также возможно проникновение морской воды. И другие вещи, связанные с антропогенным воздействием, такие как загрязнение сточными водами, которые образуются в септике каждого дома. Для получения более достоверной оценки влияния грязевого вулкана в Сидоарджо и долгосрочного прогноза последствий этого влияния целесообразно дальнейшее исследование химического состава грунтовых вод к востоку от Луси, а также изучение состояния вод и донных отложений рек Поронг и Кетапанг.

После расчета индекса качества воды с использованием методов индекса загрязнения воды (ИЗВ) и индекса качества воды (*water quality index* – WQI) результаты показывают, что вода в подрайоне Тангулангин классифицируется как чистая и пригодная для питьевых целей. Что касается воды в подрайоне Поронг, результаты показали, что вода в пробе В3 была самой чистой, а вода в В5 была наиболее загрязненной.

Результаты исследования опубликованы в материале «Проблемы геологии и освоения недр: труды XXVI Международного симпозиума имени академика

МА Усова студентов и молодых учёных, посвященный 90-летию со дня рождения НМ Рассказова, 120-летию со дня рождения ЛЛ Халфина, 50-летию научных молодежных конференций имени академика МА Усова, Томск, 4-8 апреля 2022 г. Т. 2», в журнале «Jurnal Keteknikan Pertanian dan Biosistem» в 2022 г., Т. 10, №. 2. — [С. 92-100], «Известия ТПУ. Инжиниринг георесурсов» в 2023 г., Т. 334, № 3. — [С. 51-60].

В заключение следует отметить, что грунтовые воды Сидоарджо не являются полностью безопасными для питья. Необходим строгий режим использования грунтовых вод в качестве источника питьевой воды, а также периодический мониторинг для выявления изменений качества грунтовых вод. Видя условия Сидоарджо, которые продолжает развиваться, в сочетании с существованием грязи Луси и вредными привычками людей, необходимо прилагать больше усилий для поддержания качества грунтовых вод. Правительство должно предоставить централизованное водоснабжение для обеспечения чистой водой всех жителей Сидоарджо.

Список публикаций студента

1. Савичев, О.Г., Пасечник, Е.Ю., и **Адьякса, И.П.** Модель формирования содержаний титана в водах реки Омутная (Томская область) // Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию подготовки в Томском государственном университете специалистов в области наук о Земле «Динамика и взаимодействие геосфер Земли», Том II. Томск, 2021.
2. **Ilham Putra Adiyaksa.** Water Quality Assessment at Tanggulangin Cultural Park // Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan (JSAL) 9 (1), p. 33-37, DOI <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jsal.2022.009.01.5>.
3. **Ilham Putra Adiyaksa.** Well water as drinking water assessment based on physical and chemical parameters in Sidoarjo, Indonesia // Проблемы геологии и освоения недр: труды XXVI Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященный 90-летию со дня рождения Н.М. Расказова, 120-летию со дня рождения Л.Л. Халфина, 50-летию научных молодежных конференций имени академика М.А. Усова, Томск, 4-8 апреля 2022 г. Т. 2, стр. 314-315.
4. **Ilham Putra Adiyaksa, Akhmad Adi Sulianto, and Oleg G. Savichev.** Water quality assessment and risk analysis calculation of chloride and sodium exposure of well water in Tanggulangin, Sidoarjo // Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem (JKPTB) 10 (2), p. 92-100, DOI <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jkptb.2022.010.02.01>.
5. **Адьякса Илхам Путра, О. Г. Савичев и А. А. Хващевская.** Эколого-геохимическое состояние подземных вод в районе грязевого вулкана в Сидоарджо (провинция Восточная Ява, Индонезия) // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов. — 2023. — Т. 334, № 3. — [С. 51-60], DOI <https://doi.org/10.18799/24131830/2023/3/3978>.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2BM12	Адьякса Илхам Путра

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	Природообустройство и водопользование

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Оценка эколого-геохимического состояния грунтовых вод на территории, прилегающей к крупнейшему в мире грязевому вулкану в Сидоарджо (провинция Восточная Ява, Индонезия)	Работа с научной литературой, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив разработки проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение предпроектного анализа. Определение целевого рынка и проведение его сегментирования. Выполнение SWOT-анализа проекта
2. Планирование и формирование бюджета разработки	Определение целей и ожиданий, требований проекта. Определение бюджета научного исследования
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки	Проведение оценки экономической эффективности, ресурсоэффективности и сравнительной эффективности различных вариантов исполнения
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2023
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		01.03.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM12	Адьякса Илхам Путра		01.03.2023

ГЛАВА 5. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технических исследований, оценка их результативности, степени возможного риска, разработка механизмов управления и поддержки заказных проектных решений при реализации. Поэтому для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

1. Организовать научные исследования;
2. Планирование этапов исследования;
3. Оценка коммерческого потенциала и перспектив проведения научных исследований;
4. Рассчитать бюджет на проводимые научно-технические исследования;
5. Оценить социально-экономическую эффективность исследования.

Целью ВКР является получение данных об экологических условиях объекта исследований, оценка современного состояния и прогноз возможных изменений окружающей природной среды под влиянием антропогенной нагрузки с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения. Были отобраны проб грунтовых вод в Сидоарджо. Данное исследование может быть применено инженерами-экологами для составления программ экологического мониторинга грунтовых вод городских территорий в Сидоарджо, проектировщиками для составления программ по благоустройству городских территорий, а также в ходе инженерно-экологических изысканий для обоснований инвестиций в строительство.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

В данном исследовании проводится анализ результатов исследования потребителей, поэтому необходимо рассмотреть целевой рынок и его сегменты.

Ниже представлены проекты сегментов рынка, а именно

- 1.Предприятия питьевой воды с источниками из подземных вод
- 2.Организация работы над исследовательскими проектами
- 3.Определение возможных альтернатив исследованиям;
- 4.Перспектива ресурсоэффективности;
- 5.Резидент.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В данном научном исследовании анализируется эколого-геохимическое состояние грунтовых вод в объектах исследования.

В таблице 1 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, Б1 – исследование, проведенное инженером-экологом в НИИ, Б2 – исследование, проведенное организацией, которая занимается питьевой водой.

Таблица 13. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Бк1	Бк2	Кк1	Кк2
Технические критерии ресурсоэффективности					
Надёжность	0,13	3	5	0,39	0,65
Достоверность	0,20	3	4	0,63	0,84
Экологическая безопасность при проведении работ	0,06	3	4	0,15	0,20
Объем охватываемых работ	0,18	2	5	0,36	0,90
Экономические критерии оценки эффективности					

Конкурентоспособность	0,11	2	4	0,22	0,44
Цена	0,25	5	4	1,25	1,00
Время выполнения работ	0,07	4	5	0,28	0,35
Итого	1,00			3,28	4,38

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации. Вес показателей в сумме должны составлять 1. Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где:

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать, что проект превосходит конкурентные исследования, что связано с ценой, производительностью, а также скоростью разрабатываемого проекта. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется больше времени на его выполнение.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT-анализ научно-исследовательского проекта применяется для исследования внешней и внутренней среды проекта. Перечислим сильные и слабые стороны работы, возможности и угрозы. Результат сведем в матрицу SWOT (таблица 14). Для полного анализа необходимо выявить соответствия/несоответствия сильных и слабых сторон условиям внешней среды (таблица 15).

Таблица 14. SWOT-анализ

	Сильные стороны научноисследовательского проекта: С1. Заявленная экономичность применяемой технологии; С2. Экологичность технологии; С3. Невысокая стоимость; С4. Малый срок выполнения работ.	Слабые стороны научноисследовательского проекта: Сл1. Удаленность водоёма от основного места исследования; Сл2. Ведение работ в период открытого русла реки; Сл3. Водоём частично заключен в коллектор; Сл4. Встреча с людьми низкого социального статуса.
Возможности: В1. Использование работы для дополнения других проектов; В2. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных организаций; В3. Использование возможности по привлечению молодых специалистов	- В1. Использование работы для дополнения других проектов; С1. Заявленная экономичность применяемой технологии; С2. Экологичность технологии; С3. Невысокая стоимость; С4. Малый срок выполнения работ. - В2. Появление спроса со стороны недропользователей и проектных организаций; С1. Заявленная экономичность применяемой технологии; С2. Экологичность технологии; С3. Невысокая стоимость; - В3. Использование возможности по привлечению молодых специалистов; С2. Экологичность технологии; С4. Малый срок выполнения работ.	- В1. Использование работы для дополнения других проектов; Сл1. Удаленность водоёма от основного места исследования - В3. Использование возможности по привлечению молодых специалистов; Сл2. Ведение работ в период открытого русла реки

Угрозы: У1. Увеличение объема грязи; У2. Загрязнение воды химическими, биологическими и механическими загрязнителями. У3. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности	- У1. Увеличение объема грязи; С3. Невысокая стоимость. - У3. Введение дополнительных государственных требований к определенным видам деятельности С1. Заявленная экономичность применяемой технологии; С4. Малый срок выполнения работ.	У1. Увеличение объема грязи; Сл2. Ведение работ в период открытого русла реки; Сл3. Водоём частично заключен в коллектор
--	---	--

Таблица 15. Интерактивная матрица проекта

	С1	С2	С3	С4	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
В1	+	+	+	+	+	-	0	0
В2	+	+	+	0	-	0	-	-
В3	0	+	-	+	0	+	0	-
У1	0	-	+	0	0	+	+	0
У2	0	-	0	0	+	0	+	+
У3	-	0	-	0	0	0	0	0

5.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

Ниже приведен показатель, оцененный по пятибалльной шкале. При оценке уровня проработанности научного проекта 1 балл означает, что проект не разработан, 2 балла - плохая проработка, 3 балла - выполнен, но не уверен в его качестве, 4 балла - выполнен качественно, 5 баллов - есть положительное заключение независимых экспертов.

Для оценки уровня имеющихся знаний у разработчика система баллов принимает следующий вид: 1 означает не знаком или мало знаю, 2 – в объеме теоретических знаний, 3 – знаю теорию и практические примеры применения, 4 – знаю теорию и самостоятельно выполняю, 5 – знаю теорию, выполняю и могу консультировать.

Таблица 16. Оценка степени готовности проекта к коммерциализации

№ п/п	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний у разработчика
1.	Определен имеющийся научнотехнический задел	5	5
2.	Определены перспективные направления коммерциализации научнотехнического задела	5	5
3.	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	5	5
4.	Определена товарная форма научнотехнического задела для представления на рынок	4	4
5.	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	4	4
6.	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	5
7.	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	4	4
8.	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	3	3
9.	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	2	2
10.	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	5	5
11.	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	5	5
12.	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	3	2
13.	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	3	3
14.	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	4	3
15.	Проработан механизм реализации научного проекта	5	5
	ИТОГО БАЛЛОВ	62	60

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Итого получилось суммарное количество баллов по каждому направлению: 62 баллов – по степени проработанности научного проекта; 60 балла – по уровню, имеющихся знаний у разработчика. Согласно этим баллам, можно сказать, что перспективность данной разработки средняя.

5.1.5 Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования

При коммерциализации научно-технических разработок продавец (как правило, собственник объекта интеллектуальной собственности) преследует цель, куда в дальнейшем он намерен направить полученный коммерческий эффект. Таким образом, время продвижения продукта на рынок действительно зависит от выбора правильного метода коммерциализации. Задачей данной части магистерской диссертации является выбор способа коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности. Существуют следующие способы коммерциализации научных разработок: патентнолицензионная торговля; передача знаний; манипуляция; франшиза; организовать свой бизнес. передача интеллектуальной собственности; организация совместного предприятия, а именно партнерство двух или более компаний для организации компании; организация совместного предприятия, работающая по проекту.

5.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать

и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 17).

Таблица 17. Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды	Получение эколого-геохимических исследований на перспективных золоторудных и меднорудных объектах

В таблице 18 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 18. Цели и результат проекта

Цель проекта:	Оценка эколого-геохимического состава грунтовых вод в Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия
Ожидаемые результаты проекта:	Изучение качества подземных вод в Сидоарджо, особенно вокруг Луси, и влияние грязей Луси на качество подземных вод.
Критерии приемки результата проекта:	По результатам объективных расчетов с помощью нескольких методов определить загрязнение воды или уровень качества воды.
Требования к результату проекта:	Требования:
	1. Взять пробы подземных вод в районе Сидоарджо в нескольких точках для химического анализа в лаборатории.
	2. Провести химический анализ в лаборатории
	3. Провести анализ расчета определения качества подземных вод
	4. Проанализировать факторы, вызывающие загрязнение подземных вод.

В таблице 19 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 19. Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции
1.	Савичев, О.Г., профессор отделения геологии ТПУ, д.г.н.	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения

2.	Адьякса Илхам Путра, магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, отбор проб, пробоподготовка, анализ лабораторных данных, написание работы
----	--	---------------------------	---

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

- иерархическая структура работ проекта;
- контрольные события проекта;
- план проекта;
- бюджет научного исследования.

5.3.1 Иерархическая структура работ проекта

Иерархическая структура работ (ИСР) – детализация укрупненной структуры работ. В процессе создания ИСР структурируется и определяется содержание всего проекта (рисунок 1).



Рис 20. Иерархическая структура работ

5.3.2 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 20, 21).

Таблица 20. Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.21	07.09.21	Адьякса И.П., Савичев, О.Г.
Согласование плана работ	7	08.09.21	15.09.21	Адьякса, И.П., Савичев, О.Г.
Литературный обзор	138	16.09.22	31.01.23	Адьякса, И.П.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292	01.02.23	20.12.21	Адьякса, И.П., Савичев, О.Г.
Написание отчета	162	21.12.21	31.05.22	Адьякса, И.П.
Итого:	606			

5.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

Таблица 21. Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2021				2022												2023				
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
Утверждение темы магистерской работы																						
Согласование плана работ																						
Литературный обзор	38																					
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	92																					
Написание отчета	62																					

 Адьякса, И.П. и Савичев, О.Г.
 Адьякса, И.П.

5.4.1 Материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов)

В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 22).

Таблица 22. Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тетрадь	3	40	120
Ручка шариковая	3	31	93
Ластик	2	20	40
Печать	150	2	300
Плащ	1	1200	1200
Беззольные фильтры	1	86,6	86,6
Бутылки полиэтиленовая	10	10	100
Аренда транспорта	8	500	4000
Итого по статье			5 939,6

5.4.2 Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 23).

Таблица 23. Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (Lenovo)	1	75 000	75 000
2	Программное обеспечение MicrosoftOffice	1	3 500	3 500
3	Statistica	1	16 000	16 000
4	ArcGIS	1	20 000	20 000
	Итого			114 500

5.4.3 Расчет основной заработной платы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда.

Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

$$C_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

где

$З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата ((12-20 % от $З_{осн}$).)

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_{раб}$$

где

$З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = \frac{З_{м} \cdot M}{F_{д}}$$

где

$З_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; $F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научнотехнического персонала, раб. дн.

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$З_м = З_б * К_р, \text{ где}$$

$З_б$ – базовый оклад, руб.;

$К_р$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно таблице окладов ППС и НС в ТПУ сайт.

$З_м = 33162,87$ руб. – месячный оклад руководителя.

$З_м = 14874,45$ руб. – месячный оклад студента в роли младшего научного сотрудника.

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

Таблица 24. Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней (выходные дни)	106	106
-Потери рабочего времени праздничные дни	14	14
- отпуск	48	48
- Действительный годовой фонд рабочего невыходы по болезням времени	-201	-201

$$З_{дн1} = \frac{З_м \cdot М}{F_d} = \frac{33162,87 \cdot 10,4}{201} = 1642,35 \text{ руб. – заработная плата руководителя за}$$

1 день;

$$З_{дн2} = \frac{З_м \cdot М}{F_d} = \frac{14874,45 \cdot 11,2}{201} = 828,82 \text{ руб. – заработная плата студента за 1}$$

день;

$$ЗОСН1 = 1642,35 \times 66 = 108395,1 \text{ руб. – руководитель;}$$

$$ЗОСН2 = 828,82 \times 106 = 87854,9 \text{ руб. – студент.}$$

$$ЗЗП1 = 108395,1 + 20679,02 = 130074,02 \text{ руб. – руководитель;}$$

$$ЗЗП2 = 87854,9 + 12746,91 = 105425,7 \text{ руб. – студент.}$$

Таблица 25. Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	10 8395,1	8 7854,9
Дополнительная зарплата	20 679,02	12 746,91
Итого по статье С _{зп}	12 9074,12	10 0601,81

5.4.4 Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}$$

где $З_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Примем, $K_{\text{доп}} = 0,15$:

$З_{\text{ДОП1}} = 0,15 \cdot 108395,1 = 16\,259,26$ руб. – руководитель;

$З_{\text{ДОП2}} = 0,15 \cdot 87854,9 = 13\,178,24$ руб. – студент.

5.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}})$$

Где $K_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табличной форме (таблица 26).

Таблица 26. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	108395,1	20679,02
Студент-дипломник	87854,9	12746,91
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	30%
	134751,57	24503,093
Итого		159 254,663

- ✓ $З_{внеб} = K_{внеб} (ЗОСН1 + ЗДОП1) = 129074,12 \cdot 0,3 = 38722,23 \text{руб.}$ – Руководитель;
- ✓ $З_{внеб} = K_{внеб} (ЗОСН2 + ЗДОП2) = 100601,81 \cdot 0,3 = 30180,54 \text{руб.}$ студент-дипломник.

5.4.6 Расходы на авиаперелет

Таблица 27. Расчет затрат на авиаперелеты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма
Сидоарджо (Индонезия) – Москва	65 000	1	65 000
Москва – Томск	9 000	1	9 000
Итого			74 000

5.4.7 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{Накл} = (\text{сумма пунктов } 1 \div 7) \cdot K_{нр}$$

$k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размер

$$З_{накл} = 369\,149,4 \cdot 0,15 = 55\,372,41$$

5.4.8 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанная величина затрат научно-исследовательской работы (темы) является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку научно-технической продукции.

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 28.

Таблица 28. Расчёт бюджета затрат НТИ

	Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1	Материальные затраты НТИ	5 939,6	Пункт 5.4.1.
2	Специальное оборудование	114 500	Пункт 5.4.2.
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	100 601,81	Пункт 5.4.3.
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	43 927,45	Пункт 5.4.4.
5	Отчисления во внебюджетные фонды	30 180,54	Пункт 5.4.5.
6	Расходы на авиаперелет	74 000	Пункт 5.4.6.
7	Накладные расходы	55 372,41	Пункт 5.4.7.
8	Бюджет затрат НТИ	63 678,27	15 % от суммы ст. 1-7
9	Итого	424 521,81	Сумма ст. 1- 7

5.4.9 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 2.

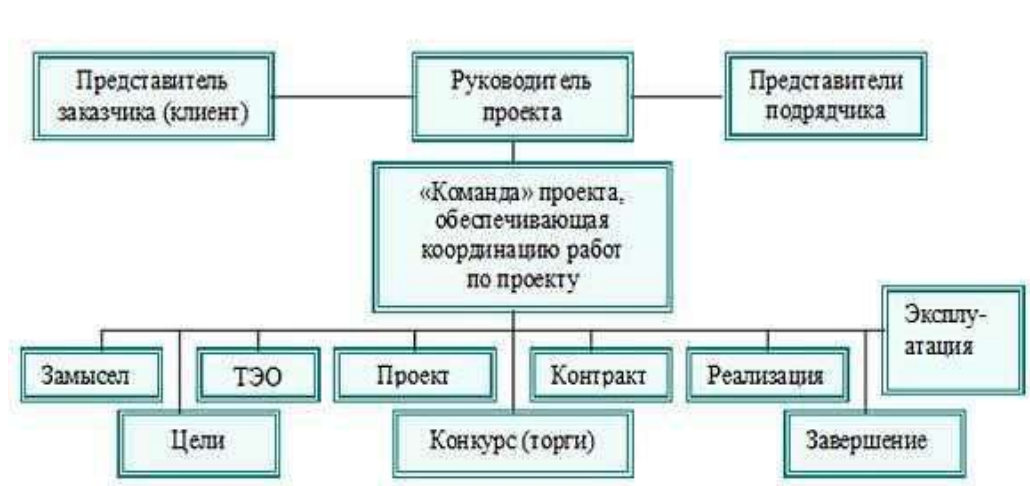


Рис 21. Проектная структура проекта

5.4.10 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 29).

Таблица 29. План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

5.4.11 Реестр рисков проекта

Идентифицированные риски проекта включают в себя возможные неопределенные события, которые могут возникнуть в проекте и вызвать последствия, которые повлекут за собой нежелательные эффекты.

Информация по возможным рискам сведена в таблицу 30.

Таблица 30. Реестр рисков

№	Риск	Вероятность наступления	Влияние риска	Уровень риска	Способы смягчения риска	Условия наступления
1	Неточность метода анализа	2	5	Низкий	Внешний и внутренние анализы	Низкая точность метода анализа
2	Погрешность расчетов	3	5	Средний	Пересчет, проверка	Невнимательность
3	Отсутствие интереса к результатам исследования	2	5	Низкий	Привлечение предприятий, публикация результатов	Отсутствие результатов исследования

5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

5.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR); срок окупаемости (DPP).

5.5.2. Чистая текущая стоимость (NPV)

Чистая текущая стоимость это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: $ЧДП_{опт}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности; I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году; t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$); n – горизонт расчета; i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным. Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 21. При расчете рентабельность проекта составляла **20-25 %**, норма амортизации - 10 %.

$Ag = \text{Сперв} * Na / 100$, себ=424 521,81 **р., Выручка=себестоимость*1,25=**

Таблица 31. Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
1	Выручка от реализации, руб.	0,0	530 652,3	530 652,3	530 652,3	530 652,3
2	Итого приток, руб.	0,0	530 652,3	530 652,3	530 652,3	530 652,3
3	Инвестиционные издержки, руб.	424 521,81	0,0	0,0	0,0	0,0
4	Операционные затраты, руб. (35%от бюджета)	0,0	148 582,6	148 582,6	148 582,6	148 582,6
5	Налогооблагаемая прибыль (1-4)	0,0	382 069,7	382 069,7	382 069,7	382 069,7
6	Налоги 20 %, руб. (5*20%)	0,0	76 413,94	76 413,94	76 413,94	76 413,94
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0,0	305 655,8	305 655,8	305 655,8	305 655,8
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб. (чистая прибыль+амортизация)	- 424 521,81	358 721	358 721	358 721	358 721
10	Коэффициент дисконтирования при $i=20\%$ (КД)	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	- 424 521,81	286 976,8	251 104,7	215 232,6	179 360,5
12	$\Sigma ЧДД$		932 674,6 руб			
12	Итого NPV, руб.	=932 674,6 руб - 424 521,81руб			= 508 152,8 руб > 0	

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1 + i)^t}$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 508 152,8 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

5.5.3 Индекс доходности (PI)

Индекс доходности – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = 932\,674,6 \text{ руб} / 424\,521,81 \text{ руб} = 2,2$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

5.5.4. Внутренняя ставка доходности (IRR)

Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или $= 0$. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 32 и на рисунке 3.

Таблица 32. Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-424521,8	358721	358721	358721	358721	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб						
	0,1	-424521,8	326077,4	296303,5	269399,5	245006,4	712265
	0,2	-424521,8	298814,6	248952,4	207340,7	172903,5	503489
	0,3	-424521,8	275856,4	212362,8	163218,1	125552,4	352468
	0,4	-424521,8	256126,8	182947,7	130574,4	93267,46	238395
	0,5	-424521,8	239266,9	159272,1	105822,7	71026,76	150867
	0,6	-424521,8	224200,6	139901,2	87527,92	54884,31	81992
	0,7	-424521,8	210927,9	120171,5	72820,36	40176,75	19575
	0,8	-424521,8	199448,9	110844,8	61341,29	34078,5	-18808
	0,9	-424521,8	188687,2	99365,72	52373,27	27621,52	-56474
	1	-424521,8	179360,5	89680,25	44840,13	22240,7	-88400

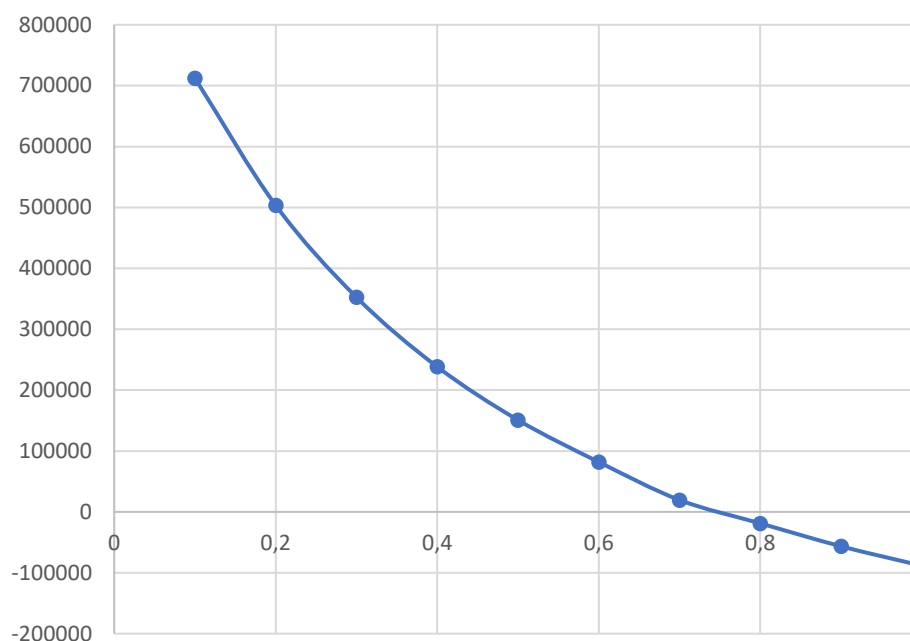


Рис 22. Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли».

Из графика получаем, что IRR составляет 0,75; $IRR > i (0,1)$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $75\% - 20\% = 55\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот. Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 33).

Таблица 33. Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток (i=0,20) руб.	-424 521,8	298 814,6	248 952,4	207 340,7	172 903,5
2	То же нарастающим итогом, руб.	-67 5591	-125 707	123 245,2	330 585,9	503 489,4
3	Дисконтированный срок окупаемости	PP дск	$=1+(125707/248952,4) = 1,5$ года			

5.4.5 Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 34).

Таблица 34. Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие сведений об элементном составе природных объектов и процессе распространения подземных и поверхностных вод в районе исследований	После получения данных разработать и проанализировать индекс качества воды для определения влияния загрязнения на поверхностные водные объекты и подземные воды в районе Сидоарджо.
Отсутствие обширной разработки данных по аномалиям и сопутствующим им элементам единого объекта изучения	после изучения данных в целом можно определить состояние водных ресурсов из исследований
Отсутствие информации о водных ресурсах исследуемого района	После анализа можно выяснить состояние исследованных водных ресурсов и влияние на людей, проживающих в исследуемом районе.

6.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где:

I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 35).

Таблица 35. Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

ПО Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта)	0,20	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	3
3. Надежность	0,15	4	4	3
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	5	4
6. Возможность автоматизации данных	0,20	5	5	5
Итого	1	28	26	23

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,4$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 3,9$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{финр}^p$ и аналога $I_{финр}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{финр}^p = \frac{I_m^p}{I_{\phi}^p}; I_{финр}^a = \frac{I_m^a}{I_{\phi}^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{финр}^p}{I_{финр}^a}$$

где: $\mathcal{E}_{ср}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 36.

Таблица 36. Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,18	0,16	0,15
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,50	4,00	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	23,10	22	21,95
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,01	1,0	1,0

Выводы

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 508 152,8 руб.; индекс доходности $PI=2,2$, внутренняя ставка доходности $IRR=75\%$, срок окупаемости $PP_{\text{дск}}=1,5$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и коротким сроком окупаемости.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
2BM12	Адьякса Илхам Путра

Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	20.04.02 Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Эколого-геохимическое состояние грунтовых вод в Сидоарджо (Восточная Ява, Индонезия)	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
Введение - Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. - Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации	Объект исследования Грунтовые воды в районе Сидоарджо, провинция Восточная Ява, Индонезия Область применения экология, геология Рабочая зона: Экологическая лаборатория Jasa Tirta I, Маланг, Индонезия, и гидрогеохимическая лаборатория, ТПУ. Количество и наименование оборудования рабочей зоны: Масс-спектрометрический с индуктивно-связанной плазмой с использованием масс-спектрометра NexION 300D Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне: работа с приборами в лаборатории и оборудованием, безопасность сотрудников и воздействие на окружающую среду
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при эксплуатации: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные - мероприятия при компоновке рабочей зоны.	- Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019) - ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений. - ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. - СП 11-102-97. Инженерно-экологические изыскания для строительства. - СП 116.13330.2012 Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 22-02-2003.

2. Производственная безопасность при эксплуатации: - Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов - Расчет уровня опасного или вредного производственного фактора	1) Вредные и опасные факторы при проведении полевых работ: тяжелый доступ к объекту исследования; отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; тяжесть и напряженность физического труда (отбор проб и доставка в лабораторию); 2) Вредные и опасные факторы при работе в помещении офиса: отклонение параметров микроклимата в помещении; превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений; электрический ток; статическое электричество; пожароопасность. При проведении работ по инженерно-экологическим изысканиям работники обязаны проходить инструктаж по технике безопасности, иметь исправные рабочие инструменты и одеваться в соответствии с климатическими особенностями территории исследования.
3. Экологическая безопасность при эксплуатации:	Образование отходов V класса опасности, которые характеризуются очень низкой степенью негативного воздействия на окружающую среду. Основными загрязнителями подземных вод Сидоарджа являются Hg, Br, B, I, Mn и другие токсичные вещества, которые значительно ухудшают экологическую безопасность и качество воды в наблюдаемых городах. Увеличение химического состава произошло за счет влияния Луси, а также интрузии морской воды. Кроме того, существует гипотеза, связанная с привычками окружающего сообщества.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации:	Возможные ЧС на территории полевых работ: • пожар; • неблагоприятные погодные условия (шквалистый ветер, ливни). Необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного и организационного характера, проведение противопожарных инструктажей.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Сечин Андрей Александрович	к.т.н.		24.05.2023

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM12	Адьякса Илхам Путра		24.05.2023

ГЛАВА 6. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – это корпоративная ответственность, которую несет организация перед коллективом за принятые решения, это обязанность перед людьми, когда организация должна предусматривать интерес коллектива, возлагая на себя обязанность за воздействие их работы на клиентов и сотрудников.

В данном разделе магистерской диссертации рассматриваются основные вопросы выполнения требований безопасности и гигиены труда, промышленной безопасности, а также вопросы охраны окружающей среды и ресурсосбережения. В соответствии с международным стандартом ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации. Требования» [40], целями составления настоящего раздела является принятие решений, направленных на:

- соблюдение трудовых и социальных прав персонала;
- исключение несчастных случаев в производстве;
- защиту жизни, здоровья и имущества потребителей продукции или услуг организации;
- снижение вредных воздействий на окружающую среду.

Магистерская работа содержит информацию об антропогенном воздействии и экологическом состоянии грунтовых вод на территории города Сидоарджо, Восточная Ява, Индонезия, именно в районе грязевого вулкана Луси.

Грунтовые воды являются основным источником воды для населения данного региона для различных целей, в том числе для питья и гигиены. Поэтому оценка эколого-геохимического состояния подземных вод очень важна, учитывая воздействие грязевого вулкана Луси в Поронге, а также влияние морской воды и привычки самих людей.

Данная работа может быть применена инженерами-экологами для составления программ экологического мониторинга грунтовых вод городских

территорий, проектировщиками для составления программ по благоустройству городских территорий, а также в ходе инженерно-экологических изысканий для обоснований инвестиций в строительстве.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

6.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Согласно Конституции Российской Федерации [48], каждый гражданин имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены, на оплату труда без какой бы то ни было дискриминации и не ниже установленного федеральным законом минимального размера оплаты труда, а также право на защиту от безработицы.

Трудовые отношения между работником и работодателем регулируются Трудовым кодексом РФ [57]. Налоговый кодекс РФ [50] устанавливает систему налогов и сборов на территории Российской Федерации.

Права и обязанности работника в ходе проведения специальной оценки условий труда устанавливаются в статье 5 главы 1 Федерального закона Российской Федерации № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г. [59].

6.1.2 Режим труда и отдыха при работе с компьютером

При работе с персональным компьютером (ПК) в среднем по истечению 2 часов у пользователя возникает утомление. Для предотвращения последующего ухудшения самочувствия пользователя и снижения его общей активности и работоспособности целесообразно соблюдать режим труда и отдыха.

Для рабочей смены длительностью 8 ч. определены следующие режимы перерывов (исходя из категории работы): спустя 2 часа после начала работы и через 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут; через 2 часа от начала работы и через 1,5 – 2 часа после обеденного перерыва – по 15 минут.

Также целесообразна организация регламентированных перерывов меньшей длительности, во время которых можно проводить различные разминочные физические упражнения, гимнастику для глаз.

Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя (требования к организации рабочих мест пользователей персонального компьютера). Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 [53] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [54] при организации рабочего места пользователя персонального компьютера (ПК) необходимо соблюдение следующих правил:

- расстояние между рабочими столами с видеомониторами не должно быть менее 2 м в направлении тыльной стороны монитора, и не менее 1,2 м между боковыми сторонами мониторов;
- минимальное расстояние от монитора до глаз пользователя должно составлять не менее 600-700 мм, при определенном размере шрифта допустимо расстояние в 500 мм;
- конструкция рабочего стула выбирается исходя из роста пользователя, продолжительности работы и должна способствовать естественному движению пользователя, не производя дополнительной нагрузки на мышцы спины и шейно-плечевой области. Кроме того, рабочий стул (кресло) должно иметь поворотно-подъёмный механизм и возможность регулировки по высоте, углам наклона сидений и спинки, при этом должна обеспечиваться надежная фиксация стула;
- рабочее место должно располагаться таким образом, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно с левой стороны;
- окна в помещениях с ПК должны быть оснащены регулируемыми устройствами (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т. д.);
- при выполнении творческой работы с применением ПК рабочие места необходимо изолировать друг от друга с помощью перегородок высотой от 1,5 до 2,0 м;
- монитор, клавиатура и корпус ПК должны размещаться прямо перед пользователем, при этом не допускаются повороты головы или корпуса тела;

- высота рабочего стола и посадочного места должна быть такой, чтобы центр монитора находился чуть выше уровня глаз пользователя;
- минимальное пространство для ног должно быть высотой 600 мм, шириной 500 мм, глубиной 450 мм. При этом предусматривается подставка для ног работающего шириной не менее 300 мм с функцией регулировки угла наклона. Ноги при этом должны сгибаться под прямым углом.

6.2 Производственная безопасность

Опасный степени производственный спроса фактор конечному – производственный прибыли фактор, распределение воздействие разделение которого степени на изыскание работающего также в определенных распределение условиях прибыли приводит уходящие к травме отличительным или коммерческая к другому связаны внезапному процесс резкому увязать ухудшению отличительным здоровья.

Техногенное воздействие отходов обогащения и отвалов вскрыши, которые имеют экологические и геохимические последствия, обусловлено резким увеличением рассеивания массива горных пород в результате механического и химического разрушения при разработке месторождения. Появляются мелкодисперсные минеральные фазы механического рассеивания, минеральная пыль, различающиеся по составу, химической активности и степени подвижности в естественных потоках. В результате, помимо прочего, это оказывает влияние на здоровье населения, проживающего в районах, где расположены хранилища отходов.

В данной главе рассматриваются и анализируются вредные и опасные факторы производственной деятельности (таблица 37), возникающие в ходе обработки результатов эколого-геохимических исследований в лаборатории с использованием персонального компьютера.

Таблица 37. Возможные опасные и вредные факторы на лабораторном этапе работ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015) [42]	Нормативные документы
Вредные факторы	
1. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 2.2.4.548-96 [55] Р 2.2.2006-05 [52]
2. Превышение уровня шума	ГОСТ 12.1.003-2014 [42]
3. Недостаточная освещённость рабочей зоны	СНиП 23-05-95 [57] ГОСТ Р 55710-2013 [48]
4. Превышение уровней электромагнитных излучений	СанПиН 2.2.2.542-96 [53] СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [55]
5. Монотонный режим работы	Р 2.2.2006-05 [52]
Опасные факторы	
1. Электрический ток	ГОСТ 12.1.030-81 [45] ГОСТ 12.1.038-82 [46] ГОСТ 12.1.019-2017 [44]
2. Пожарная опасность	НПБ 105-03 [51] ГОСТ 12.4.009-83 [47] ГОСТ 12.1.004-91 [43]

К основным вредным факторам при проведении работ в лаборатории относятся: отклонение показателей микроклимата (пониженная влажность воздуха, низкая скорость движения воздуха и др.); превышение уровня шума; низкая освещённость рабочей зоны; превышение уровней электромагнитных излучений; запыленность.

6.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Микроклимат рабочего помещения характеризуют следующие показатели: температура воздуха и поверхностей; относительная влажность воздуха; скорость движения воздуха; интенсивность теплового облучения.

К источникам, за счёт которых формируются параметры микроклимата, относятся отопительная система, система вентиляции и др.

Отклонение данных показателей может приводить к высокой утомляемости, возникновению различных заболеваний, снижению работоспособности и т.д.

Обработка результатов с помощью персонального компьютера относится

к Ia категории по уровню энергозатрат (работа, проводимая сидя, с небольшим уровнем физических затрат до 139 Вт). Показатели микроклимата рабочей зоны для данного вида работ регулируются СанПиН 2.2.4.548-96 [55] и должны соответствовать температуре воздуха 23-25 °С в тёплый период года и 22-24 °С в холодный период, температуре поверхностей 22-26 °С в тёплый период года и 21-25 °С в холодный период, относительной влажности воздуха 40–60 % и скорости движения воздуха 0,1 м/с.

В целях предотвращения отклонений показателей микроклимата в лабораторном помещении могут применяться системы вентиляции, кондиционирования и отопления воздуха, теплоизолирующие экраны для защиты от источников теплового излучения, а также должная организация режима работ при соответствующих условиях труда.

6.2.2 Недостаточная освещенность рабочего места

Свет имеет большое значение в жизнедеятельности человека, сохранении его здоровья и обеспечении высокой работоспособности. Отсутствие хорошего освещения может привести к профессиональным заболеваниям, а также ухудшению концентрации внимания работников. Работа инженера в основном проводится за дисплеем персонального компьютера, что, в случае недостаточной освещённости рабочего места, вынуждает его работать с контрастным фоном. В результате у работника может ухудшиться зрение, а также возникнуть переутомление. То же самое происходит и при избыточном освещении помещения.

Освещение производственных помещений может осуществляться естественным и искусственным путем. Естественное освещение осуществляется через окна. Искусственное освещение в помещении должно осуществляться системой общего равномерного освещения, при работе с документами применяется системы комбинированного освещения. Общее освещение следует выполнять в виде сплошных или прерывистых линий светильников, расположенных сбоку от рабочего места, параллельно линии пользователя.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Требования к освещению установлены в СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.

6.2.2.1 Расчёт общего равномерного искусственного освещения по методу светового потока

Дано:

- Помещение длиной 6 м, шириной 4 м, высотой 2,50 м.
- Необходимая освещённость $E_n = 400$ лк;
- Уровень рабочей поверхности над полом $h_{rp} = 0,8$ м; Световой поток ламп светильника определяется по формуле:

$$F = \frac{E_n \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{n \cdot \eta}, \text{ лм}$$

E_n – нормируемая минимальная освещенность, лк; S – площадь освещаемого помещения, м^2

K_z – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп и загрязнение светильников, при малом выделении пыли $K_z = 1,5$;

Z – коэффициент неравномерности освещения или минимальной освещенности, отношение $E_{cp}/E_{мин}$. E_{cp} определяют по СП 52.13330.2016, а $E_{мин}$ (наименьшее значение освещенности в помещении). Согласно п. 7.9 СНиП 23-05-95*, значение составляет менее 1,5 для работ IV-VII разрядов в случае применения люминесцентных ламп $Z=1,1$;

n – число ламп в помещении;

η – коэффициент использования светового потока, %.

Выбираем люминесцентный светильник без защитной решётки типа ОД- 2-40 длиной $l_{cb}=1,23$ м, $\lambda=1,4$.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$$h = H - h_{rp} = 2,5 - 0,8 = 1,7 \text{ м}$$

Расстояние между светильниками:

$$L = 1,4 \cdot 1,7 = 2,38 \text{ м}$$

Расстояние от крайнего светильника до стены:

$$L/3=0,79 \text{ м}$$

Определяем количество рядов светильников и количество светильников в ряду

$$n_{\text{ряд}}=((B-(2/3*L)/L)+1)=(4-(2/3*2,38)+1)\approx 3$$

$$n_{\text{св}}=(A-2/3*L)/(l_{\text{св}}+0,5)=(6-2/3*1,7)/(1,23+0,5)\approx 3$$

Размещаем светильники в 2 ряда. В каждом ряду можно установить 3 светильника типа ОД-2-40 мощностью 40 Вт (с длиной 1,23 м), при этом разрывы между светильниками в ряду составят 35,5 см. Так как в каждом светильнике установлено по 2 лампы, общее число ламп в помещении будет равна 12 шт.

Индекс помещения:

$$i = S / h(A+B) = 24 / (2,5(6+4)) = 24/25=0,96$$

Учитывая $\rho_{\text{с}}$, $\rho_{\text{п}}$, i определяем значение коэффициента использования светового потока с помощью линейной интерполяции: $\eta \approx 55\%$.

$$F=(400*(4*6)*1,5*1,1)/(12*0.55)=15.840/6,6=2400 \text{ lm}$$

Выбираем ближайшую лампу ЛХБ-40 со световым потоком 2780 лм.

Проверка выполнения условия:

$$-10\% \leq \left[\frac{\Phi_{\text{л.станд.}} - \Phi_{\text{л.расч.}}}{\Phi_{\text{л.станд.}}} \right] \cdot 100\% \leq +20\%$$

Световой поток лампы ЛХБ-40 отклоняется от расчётного на 15,8%, что входит в допустимые пределы от -10% до 20%.

Электрическая мощность осветительной установки:

$$P=12*40=480 \text{ Вт}$$

6.2.3 Превышение уровня шума

К основным источникам шума в лаборатории относятся некоторые элементы персонального компьютера, например вентилятор охлаждения.

Шум на рабочем месте оказывает негативное воздействие на работника, которое проявляется в общем повышении утомляемость и раздражительности, а

в ходе выполнения задач, требующих внимательности и сосредоточенности, может приводить к росту числа ошибок и увеличению продолжительности выполнения заданий. Последствием длительного воздействия шума на работников является тугоухость, которая может развиться в полную глухоту [42].

Нормирование шумового воздействия осуществляется в соответствии с ГОСТ 12.1.003-2014 «Шум. Общие требования безопасности» [42].

Предельный уровень шума в лаборатории составляет 50 дБА. В рабочей зоне вибрационного истирателя уровень шума не должен превышать 75 дБА.

Обеспечение безопасности при воздействии шума на работника включаетв себя комплекс мер:

- проектирование рабочих мест с учетом допустимой степени риска;
- использование малошумного оборудования;
- применение материалов и конструкций, способствующих снижению уровней шума и вибрации, обладающих шумоизоляционным эффектом;
- оптимальное размещение источников шума, позволяющее минимизировать его воздействие;
- осуществление контроля за уровнем шума на рабочих местах и организация на основе полученных результатов режима труда, способствующегоснижению шумовой нагрузки на работника.

6.2.4 Недостаточная освещённость рабочей зоны

Недостаток освещения возникает по причине слабого по мощности осветительного оборудования или в результате недостатка осветительных приборов.

Недостаточная освещённость влечёт за собой повышенную утомляемость, ухудшение зрения. Кроме того, негативным следствием недостатка света является снижение работоспособности, а также увеличение вероятности производственного травматизма.

Освещенность в общественных помещениях регулируется СНиП 23-05-95 [56]. Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа

должна быть 300-500 лк. При этом местное освещение не должно давать блики. Приоритетными являются лампы дневного света, которые устанавливаются в верхней части помещения. При этом показатель дискомфорта не должен превышать 15, а коэффициент пульсации 10.

В качестве мер по защите от недостаточного освещения можно предложить следующие: замена ламп, дающих недостаточное освещение, на более мощные; увеличение числа осветительных приборов по необходимости; своевременная замена вышедших из строя ламп. Дополнительно в целях увеличения интенсивности поступления естественного дневного света в помещение рекомендуется регулярное мытьё окон.

6.2.5 Превышение уровней электромагнитных излучений

Источниками электромагнитных излучений в лаборатории являются персональный компьютер (персональная электронно-вычислительная машина, ПЭВМ) и сетевые фильтры. За счёт функционирования данного оборудования на рабочем месте возникает сложная электромагнитная обстановка.

Длительное воздействие на человека электромагнитных полей приводит к таким расстройствам, как головная боль, вялость, бессонница, ухудшение памяти, повышенная раздражительность, апатия, боль в сердце, аритмия. Могут наблюдаться функциональные нарушения в центральной нервной системе, а также изменения в составе крови.

Временно допустимые уровни электромагнитного излучения (ВДУ ЭМП) при работе с оборудованием обозначены в СанПиН 2.2.2.542-96 [53] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [54] и представлены в таблице.

Таблица 38. Временные допустимые уровни электромагнитного поля (ЭМП) при работе с ПЭВМ [54]

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряжённость электрического поля	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	В диапазоне частот 2кГц – 400 кГц	2,5 В/м

Плотность магнитного потока	В диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	В диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряжённость электростатического поля		15 кВ/м

Основными средствами защиты от электромагнитного излучения при работе с компьютером являются использование качественной техники, соответствующей стандартам качества, а также применение экранных фильтров, ослабляющих электростатическое и электромагнитное поле. Для работы данных фильтров при подключении монитора необходимо заземление.

Также в целях снижения пагубного воздействия электромагнитного излучения на здоровье пользователя необходимо соблюдать некоторые правила работы за компьютером. Например, монитор должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм [54].

6.2.6 Монотонный режим работы

Обработка баз данных результатов анализов является монотонным процессом.

Монотонность труда может привести к снижению уровня бодрствования у работников, уменьшению тонуса скелетной мускулатуры и симпатического отдела вегетативной нервной системы, что в свою очередь влечёт за собой снижение артериального давления, частоты пульса, появление аритмий сердцебиения и др.).

К основным последствиям монотонного труда можно отнести: снижение общей работоспособности и производительности труда; производственный травматизм; повышенную заболеваемость и др.

Рекомендации по борьбе с монотонностью работы предполагают введение частых (каждые 1-2 ч.), но коротких (5 - 10 мин.) регламентированных перерывов при наличии фактора монотонии. Хорошим средством против монотонности являются периодическое проведение различных физических упражнений (физкультурных пауз) продолжительностью около 10 мин. несколько раз в

течение трудовой смены [47].

К основным опасным факторам при проведении работ в лаборатории относятся электрический ток и пожарная опасность.

6.2.7 Электрический ток

Источником тока являются провода и розетки, а также элементы оборудования, находящиеся под напряжением в результате нарушения изоляции.

Электротравма может быть получена человеком в результате замыкания через его тело электрической цепи.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82 [46] существуют нормативы напряжения прикосновения силы тока, протекающие через тело человека при нормальном режиме работы электроустановки. Так, при переменном токе частотой 50 Гц напряжение не должно превышать 2В (при силе тока 0,3 мА), при постоянном токе - 8В (при силе тока 1 мА).

По степени опасности поражения электрическим током лаборатории относятся к помещениям без повышенной опасности, по следующим причинам: относительная влажность воздуха составляет 50-60 %; температура воздуха в помещениях не превышает 25°C; токопроводящие полы отсутствуют.

В целях недопущения электротравм при эксплуатации электрического оборудования необходимо соблюдать ряд требований, сводящихся к следующим [44]:

- не допускать работу на неисправном оборудовании; обязательно заземлять (занулять) электрическое оборудование;
- не допускать эксплуатацию электрического оборудования в зонах повышенной влажности;
- соблюдать температурный режим в помещении в пределах 20-25 °С при относительной влажности воздуха до 75 % и отсутствии резких перепадов температуры;
- регулярно очищать от пыли поверхности оборудования и прочие

егочасти.

Кроме того, особенно важным для предотвращения травматизма является соблюдение правил электробезопасности и технических правил эксплуатации при работе с электрооборудованием и контроль за их выполнением [45].

6.2.8 Пожарная опасность

Анализ пожароопасности как опасного фактора описан в разделе «Безопасность в чрезвычайных ситуациях».

6.3 Экологическая безопасность

В ходе проведения работ в аналитической лаборатории негативного влияния на окружающую среду не отмечается, но при этом происходит образование отходов V класса опасности (практически неопасные отходы), а именно бумаги и её обрезков, а также мусора от уборки помещений.

Отходы V класса опасности характеризуются очень низкой степенью негативного воздействия на окружающую среду. Отличительной чертой материалов, формирующих отходы V класса опасности, является отсутствие опасности или угрозы жизни для человека [49].

На отходы V класса опасности паспорт отходов не выдается.

Утилизация таких отходов сводится к тому, что с объекта проведения исследований обслуживающим персоналом они удаляются на контейнерные площадки, затем городские коммунальные службы осуществляют их вывоз на полигон твёрдых коммунальных отходов (ТКО) или же на мусоросортировочный завод, откуда данные отходы могут быть отправлены на переработку.

Также стоит отметить, что в случае если бумага не теряет своих основных свойств, но при этом не является пригодной для дальнейшего использования, она может сдаваться в пункты приёма макулатуры с целью дальнейшей переработки.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее вероятным и разрушительным видом чрезвычайной ситуации (ЧС) является пожар на рабочем месте. К причинам возникновения пожара относятся: неисправность электропроводки; сбои в работе компьютерной

техники; несоблюдение правил пожарной безопасности сотрудниками при выполнении работ.

Источниками возникновения пожара могут являться искры, возникшие в результате короткого замыкания, искры статического электричества, курение, неисправность оборудования, наличие легковоспламеняющихся материалов и др. Исследуемая лаборатория по степени пожароопасности относится к категории В - производства, связанные с обработкой или применением твердых сгораемых веществ и материалов, к которым относятся мебель, техника и т.д.

Рабочее помещение должно соответствовать требованиям пожарной безопасности [46] и иметь средства пожаротушения [47].

Во избежание пожара необходимо неукоснительно соблюдать требования противопожарной безопасности и правила эксплуатации оборудования. Согласно Федеральному закону от 22 июля 2008 г. №123-ФЗ утвержден «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (в ред. Федеральных законов от 10.07.2012 № 117-ФЗ, 02.07.2013 № 185-ФЗ) [58], который гласит, что предотвращение распространения пожара осуществляется за счёт мероприятий, ограничивающих площадь, интенсивность и продолжительность горения. В перечень таких мероприятий входят: внедрение конструктивных и планировочных решений, задерживающих распространение опасных факторов пожара по помещению; ограничения пожарной опасности строительных материалов; наличие первичных, в том числе автоматических и привозных средств пожаротушения; оборудование помещений сигнализацией и системами оповещения о пожаре.

В исследуемом помещении обеспечены следующие средства противопожарной защиты: эвакуационный план на случай пожара; памятка о соблюдении правил пожарной безопасности; сведения об ответственном за пожарную безопасность; вентиляционные системы, способствующие отводу избыточной теплоты от ПК; углекислотные огнетушители (в количестве 2 шт.) для локализации небольших возгораний; система автоматической

противопожарной сигнализации (датчик-сигнализатор типа ДТП).

При обнаружении пожара работнику необходимо соблюдать следующий порядок действий: немедленно прекратить работу и вызвать пожарную охрану по телефону «01» (или «101» с мобильного телефона), сообщив при этом адрес, место возникновения пожара и свою фамилию; по возможности организовать эвакуацию людей и материальных ценностей; отключить от сети электрическое оборудование; начать тушение пожара имеющимися средствами пожаротушения; сообщить непосредственному или вышестоящему начальнику и оповестить находящихся рядом сотрудников о пожаре; при общем сигнале опасности покинуть здание.

Выводы

Таким образом, при написании магистерской части раздела «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые и организационные вопросы безопасности, опасные и вредные факторы, возникающие при выполнении работ в лаборатории. Цель состоит в том, чтобы выявить и дать рекомендации по минимизации негативного воздействия этих факторов на здоровье человека. Кроме того, была рассмотрена экологическая безопасность проведенных исследований и проанализирована такая чрезвычайная ситуация, как пожар на рабочем месте.

Также важно помнить, что лаборатория, в которой проводятся исследования, соответствует стандартам пожарной безопасности. Вредные факторы, проявляющиеся в лаборатории, не слишком значительны, но все же оказывают определенное влияние на человека и окружающую среду. Рекомендации по снижению негативного воздействия этих факторов в целом соблюдаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rosadi, D. Kualitas Air Tanah Dangkal di Daerah Lumpur Sidoarjo dan Sekitarnya, Jawa Timur. / D. Rosadi // Bulletin of Environmental Geology – 2018, p. 38-50, 18(1).
2. Andina, Y., Yuliani, E., Haribowo, R. Risk Analysis of the Groundwater Pollution in Sidoarjo based on Groundwater Quality Test and Vulnerability Mapping. / Y. Andina, E. Yuliani, R. Haribowo // Internasional Research Journal of Advanced Engineering and Science – 2019, p. 178-184, 4(3).
3. Tarigan, D.A., Yusuf, M., Maslukah, L. Sebaran nitrat dan fosfat di perairan Muara Sungai Porong Kabupaten Sidoarjo. / D.A. Tarigan, M. Yusuf, L. Maslukah // Jurnal Oseanografi, - 2014, p. 384-391, 3(3).
4. Setiadi, I. Investigation of subsurface geological structure in Sidoarjo mud volcano affected area based on geomagnetic data analysis. / I. Setiadi, A. Darmawan, и Mariyono // Journal of Environment and Geological Hazards – 2016, 125-134, 7(3).
5. Административная карта Сидоарджо. [URL: <http://blog.ub.ac.id/yogas/2015/06/26/koleksi-peta-sidoarjo/>] (дата обращения 04.07.2022)
6. Satyana, A.H. Deep-water play of Java, Indonesia: regional evaluation and opportunities and risks. / A.H. Satyana и C. Armandita // Proceedings International Geoscience Conference of Deepwater and Frontier Exploration in Asia and Australasia – 2004, 293-320.
7. Koesoemadinata, R.P. Geologi minyak dan gas bumi jilid 2 edisi ke-2. / R.P. Koesoemadinata // Penerbit ITB, Bandung – 1980.
8. Kadar, A.P. Pleistocene stratigraphy of Banjarpanji 1 well and the surrounding area. / A.P. Kadar, D. Kadar, и F. Aziz. // Proceedings of the International Geological Workshop on Sidoarjo Mud Volcano, Jakarta, IAGI-BPPT-LIPI – 2007.

9. Supriyana, E. Gravity data of Porong regions, Sidoarjo in the interpretation geology structure and deformation of the subsurface. / E. Supriyana и T. Padmawidjaja. // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 311 012069 – 2019.
10. Smyth, H.R. Cenozoic volcanic are history of East Java, Indonesia: the stratigraphic record of eruptions on an active continental margin. / H.R. Smyth, R. Hall, и G.J. Nichols. // Special Papers-Geological Society of America – 2008, 436, 199.
11. Widodo, A. Seismic site effect mapping based on natural frequency using microtremor method in Sidoarjo district. / A. Widodo, J.P.G.N. Rochman, A. Perdana и F. Syaifuddin. // IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci. 506 012053. DOI: 10.1088/1755-1315/506/1/012053.
12. Picture of network of meteorological, climatological, and geophysical stations in Indonesia. Country assessment report for Indonesia (Strengthening of hydrometeorological services in Southeast Asia). / Collaboration of World Bank, UNISDR, NHMS, WMO, GFDRR. [URL: https://www.unisdr.org/files/33988_countryassessmentreportindonesia%5B1%5D.pdf]
13. Soekardi, R. Hydrogeological map sheet Surabaya scale 1:250.000. / R. Soekardi. // Directorate of Environmental Geology, Bandung – 1984.
14. Penampang hidrogeologi Jawa Timur. Keputusan Presiden RI No. 26 Tahun 2011. [URL: <https://geochemsurvey.com/download-peta-cat-cekungan-air-tanah-indonesia/>] (дата обращения 12.07.2022)
15. Katherine, E.D. Tropical western pacific warm pool and maritime continent precipitation rates and their contrasting relationship with walker circulation. / E.D. Katherine, C.N. David, и M. Peter. // Journal of Geophysical Research – 2007, 1-12, 112.
16. Musa, A.M. Identifikasi daerah monsun dan curah hujan berdasarkan sifat angin permukaan di Indonesia bagian barat. / A.M. Musa // Thesis – FITB: Institut Teknologi Bandung, Bandung – 2000.

17. Икхвануссафа, С. Индикаторная роль химических элементов в компонентах природной среды территорий с различной геоэкологической ситуацией. / С. Икхвануссафа // Магистерская диссертация Отделения геологии ТПУ – 2019.
18. Климатические данные в Сидоарджо, BMKG Juanda. [URL: https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim] (дата обращения 29.06.2022)
19. World geological stations BFG. [URL: <https://portal.grdc.bafg.de/applications/public.html?publicuser=PublicUser#dataDownload/Subregions>] (дата обращения 12.07.2022)
20. DLHK Kab. Sidoarjo. Laporan akhir pendampingan konsultasi uji kandungan tanah untuk tutupan lahan dan vegetasi. / DLHK Kab. Sidoarjo // Laporan akhir – 2020.
21. Soil map in East Java, Indonesia. [URL: https://esdac.jrc.ec.europa.eu/resource-type/national-soil-maps-eudasm?type=All&field_data_continent_tid_selective=All&field_data_country_country_selective=ID&field_data_cont_coverage_value=&page=2] (дата обращения 11.07.2022)
22. Pradipta, R. Surface temperature distribution mapping basal green space development on Sidoarjo regency. / R. Pradipta // Undergraduate thesis IPB – 2012.
23. Экономические условия в Сидоарджо. [URL: <https://sidoarjokab.go.id/ekonomi-bisnis#:~:text=Perikanan%2C%20industri%20dan%20jasa%20merupakan,perikanan%20yang%20utama%20kota%20ini.>] (дата обращения 03.02.2023)
24. Rozi, I. Utilization of Lapindo mud as bio-electricity using microbial fuel cell (MFCs). / I. Rozi и H. Habshi // Undergraduate thesis – 2017, Department of Chemical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh November.
25. Darman, H. An outline of the geology of Indonesia. / H. Darman и H. Sidi // Book Edition 1 – 2000, ISBN 9789798126048.
26. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum

27. СанПин 2.1.4.1074-01. 2022. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
28. Guidelines for drinking-water quality [URL: <https://www.eird.org/isdr-biblio/PDF/Water%20for%20health%20Guidelines%20for%20drinking-water%20quality.pdf>] (дата обращения 04.02.2023)
29. Алёкин О.А. Основы гидрохимии. – Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970. – 444 с.
30. Справочник по гидрохимии / под ред. А.В. Никанорова. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 391 с.
31. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / под ред. Т.В. Гусевой. – Москва: ФОРУМ: Инфра-М, 2007. – 192 с.
32. Water Quality Index [URL: https://www.researchgate.net/profile/Arvind-Singh-21/post/How_water_quality_index_calculation/attachment/5b35ee564cde265cb64b98bb/AS%3A642775703879680%401530261078050/download/2.pdf] (дата обращения 07.02.2023)
33. Nadhila, H. Analisis kadar nitrit pada air bersih dengan metode spektrofotometri UV-Vis. / H. Nadhila, C. Nuzila // AMINA (3) – 2020.
34. Adiyaksa I.P., Sulianto A.A., Savichev O.G. Water Quality Assessment and Risk Analysis Calculation of Chloride and Sodium Exposure of Well Water in Tanggulangin, Sidoarjo // Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem. – 2022. – Vol. 10(2). – P. 92–100. DOI: 10.21776/ub.jkptb.2022.010.02.01.
35. Purwaningsih, E., Notosiswoyo, S. Hydrochemical study of groundwater in Sidoarjo Mud Volcano Area, East Java, Indonesia. // Procedia Earth and Planetary Science. – 2013. – Vol. 6. – P. 234-241. DOI: 10.1016/j.proeps.2013.01.032.
36. Уровень доступности подземных вод в декабре 2022 г. в провинции Восточная Ява [URL: <https://karangploso.jatim.bmkg.go.id/index.php/profil/meteorologi/list-of-all->

tags/analytics-bulanan-level-keteravailable-air-tanah-di-provinsi-jawa-timur-2022 год] (дата обращения 05.03.2023)

37. Menteri Kesehatan RI. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum. http://hukor.kemkes.go.id/uploads/produk_hukum/PMK_No._32_ttg_Standar_Baku_Mutu_Kesehatan_Air_Keperluan_Sanitasi,_Kolam_Renang,_Solus_Per_Aqua_.pdf
38. Адьякса Илхам Путра. Эколого-геохимическое состояние подземных вод в районе грязевого вулкана в Сидоарджо (провинция Восточная Ява, Индонезия) / Адьякса Илхам Путра, О. Г. Савичев, А. А. Хвощевская // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инжиниринг георесурсов / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — 2023 . — Т. 334, № 3 . — [С. 51-60].
39. Adiyaksa, I.P. Water Quality Assessment at Tanggulangin Cultural Park / I.P Adiyaksa // Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan (JSAL) 9 (1), p. 33-37, DOI <http://dx.doi.org/10.21776/ub.jsal.2022.009.01.5>.
40. ICCSR 26000:2011 «Социальная ответственность организации
41. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. М.: Стандартинформ, 2017.
42. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности. М.: Стандартинформ, 2015.
43. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. М.: Издательство стандартов, 1996.

- 44.ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. М.:
Стандартинформ, 2018.
- 45.ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. М.: Издательство
стандартов, 2001.
- 46.ГОСТ 12.1.038-82. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений
прикосновения и токов. М.: Издательство стандартов, 1996.
- 47.ГОСТ 12.4.009-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и
обслуживание. М.: Издательство стандартов, 2004.
- 48.Конституция Российской Федерации (1993). Конституция Российской
Федерации: принята всенар. голосованием 12.12.1993 г. / Российская
Федерация. Конституция (1993). – М.: АСТ: Астрель, 2007. – 63 с.
- 49.Методические рекомендации №2257-80 по устранению и предупреждению
неблагоприятного влияния монотонии на работоспособность человека в
условиях современного производства. М: Госкомсанэпилнадзор, 1980. – 10 с.
- 50.Налоговый кодекс Российской Федерации: По состоянию на 1 января 2001
года, с учетом изменений и дополнений. Ч. 1-2. – Москва: Юрайт, 2001. – 276
с.
- 51.НПБ 105-03. Нормы пожарной безопасности «Определение категорий
помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной
опасности» (утв. приказом МЧС РФ от 18 июня 2003 г. N 314). М.: 2003, 35
с.
- 52.Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды
и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

- 53.СанПиН 2.2.2.542-96 Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. М.: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 24 с.
- 54.СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организация работы. М.: Издательство стандартов, 2003. – 14 с.
- 55.СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. М: Госкомсанэпиднадзор, 1996. – 24 с.
- 56.СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение, 1995.
- 57.Трудовой кодекс Российской Федерации (по состоянию на 20 октября 2013 года). — Новосибирск: Норматика, 2013. – 206 с.
- 58.Федеральный закон от 22.07.2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», 2008.
- 59.Федеральный закон от 28.12.2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда», 2013.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – АНГЛИЙСКАЯ ЧАСТЬ

Ecological and Geochemical Condition of Groundwater in Sidoarjo, East Java, Indonesia

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM12	Адьякса Илхам Путра		22.05.2023

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОГ ИШПР	Савичев Олег Геннадьевич	д.г.н., профессор		22.05.2023

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП	Сыскина Анна Александровна	к.ф.н.		22.05.2023

ECOLOGICAL AND GEOCHEMICAL CONDITION OF GROUNDWATER IN THE AREA OF SIDOARJO VOLCANO MUD (LUSI), EAST JAVA, INDONESIA

Ilham Putra Adiyaksa (2BM12)

Master Student of National Research Tomsk Polytechnic University

School of Earth Sciences and Engineering

20.04.02 Environmental and Water Resources Management

Supervised by Prof. Oleg Savichev

Introduction

Environmental problems often encountered in the life of urban communities in Indonesia are associated with the availability of clean water. Due to government restrictions on the provision of drinking water, the needs of urban communities are still dependent on natural water sources. In this case, the community will still have to build their own wells to get clean water. However, it often happens that local water conditions are not naturally suitable for daily use, especially drinking water.

The hot mud in Sidoarjo, called LUSI (from the word Lumpur – mud and Sidoarjo – the district) has been ongoing since the end of May 2006 to the present and has caused various negative environmental impacts, especially social aspects that have hit the population of the Porong sub-district and its environs, such as the Tanggulangin Subdistrict and the Jabon Subdistrict. The place where they settled turned into a dirty place.

LUSI hot mud has changed several components of the natural environment and influenced the hydrogeological order in the area. Sidoarjo and its environs are industrial areas that are growing rapidly, as evidenced by the trend towards increasing use of groundwater for various purposes. As a result, there will be a decrease in the quantity and quality of groundwater.

Population growth and increased housing supply are closely linked to the need for clean water. Clean water is needed not only for drinking and drinking water supply, but also for the activities of the textile industry and even for bottled drinking water,

which is sold, so that water becomes an economic commodity. LUSI's hot mud at Sidoarjo has led to poor water quality in the Porong and Tangulangun subdistricts.

Studies have been carried out to study the conditions around the LUSI mud area in Sidoarjo. Thus, the relevance of this study is the assessment of the ecological and geochemical condition of groundwater in this area, especially the current conditions after several years of the LUSI mud volcano in Sidoarjo. Knowing this information, this will facilitate the disposal of groundwater and their further processing.

The subject of this study is groundwater from 10 different wells in the Tanggulangun Sub-Region and around the LUSI Mud Volcano in the Porong Sub-Region, Sidoarjo.

The purpose of this study is to assess the ecological and geochemical condition of groundwater in the area of mud Sidoarjo (LUSI) in the Porong area.

Research objectives:

1. Conduct a comprehensive study of the composition of groundwater in terms of indicators: major ions, trace elements, including heavy metals.
2. Determine the sources of pollution, the nature and degree of pollution of groundwater.
3. Based on the results obtained, to assess the ecological and geochemical state of groundwater.

1.1 Geological conditions

At the regional level, Sidoarjo enters the Kendeng Basin, which is a zone of the central depression of the island of Java due to the collision of the Eurasian plate with the Indo-Australian plate, so there are many active faults [1]. Sidoarjo is a delta surrounded by two major rivers, namely the Surabaya River and the Porong River. In addition, this area is directly adjacent to the city of Surabaya. Geographically, Sidoarjo has an area of 6.256 hectares. Judging by the relief, the area of Sidoarjo is located at an altitude of 23-32 m above sea level. Geographical position, longitude: 112.741987 and latitude: -7.459679. The borders of the city of Sidoarjo are in the north: the city of

Surabaya and Gresik Regency, in the south: Pasuruan Regency, in the east: Madura Strait and in the west: Mojokerto Regency.

1.2 Hydrological conditions

Surface water in the form of river water in the Porong area, Sidoarjo follows the flow pattern of the Brantas River basin system, embracing the Porong River in the south, and is the main supplier of water resources. The flow pattern of the river is usually a parallel pattern that flows downstream (eastward) where the land is in the form of swamps, and finally flows into the Strait of Madura. Sidoarjo has the Rolak Songo dam in the Tarik district. The Rolak Songo Dam consists of nine buildings that are used as sluice gates. The dam regulates the flow of water so that it can flow through the Magetan canal, which is used to irrigate paddy fields in the Sidoarjo district, as well as to regulate the water level in the tributaries of the Brantas River, namely Kali Mas in Surabaya and Kali Porong in Porong district. With this dam, the flow of water into the two rivers can be controlled to reduce the chance of floods [2].

1.3 Hydrogeological conditions

The hydrogeological condition of Sidoarjo consists in the presence of areas of groundwater, brackish and saline waters, the area of which reaches 16.312.69 hectares. The depth of groundwater is on average 0-5 meters from the surface of the earth.

The aquifer in the Sidoarjo area consists of sand, pebbles, gravel, sandstone, and limestone [3]. According to their hydrogeological character, these rocks are divided into loose and hard rocks with different porosity and permeability.

Based on Figure 1, the level of groundwater availability in Sidoarjo is generally still classified as “sufficient”. In several districts of Sidoarjo, groundwater is classified as "moderate" and "poor".

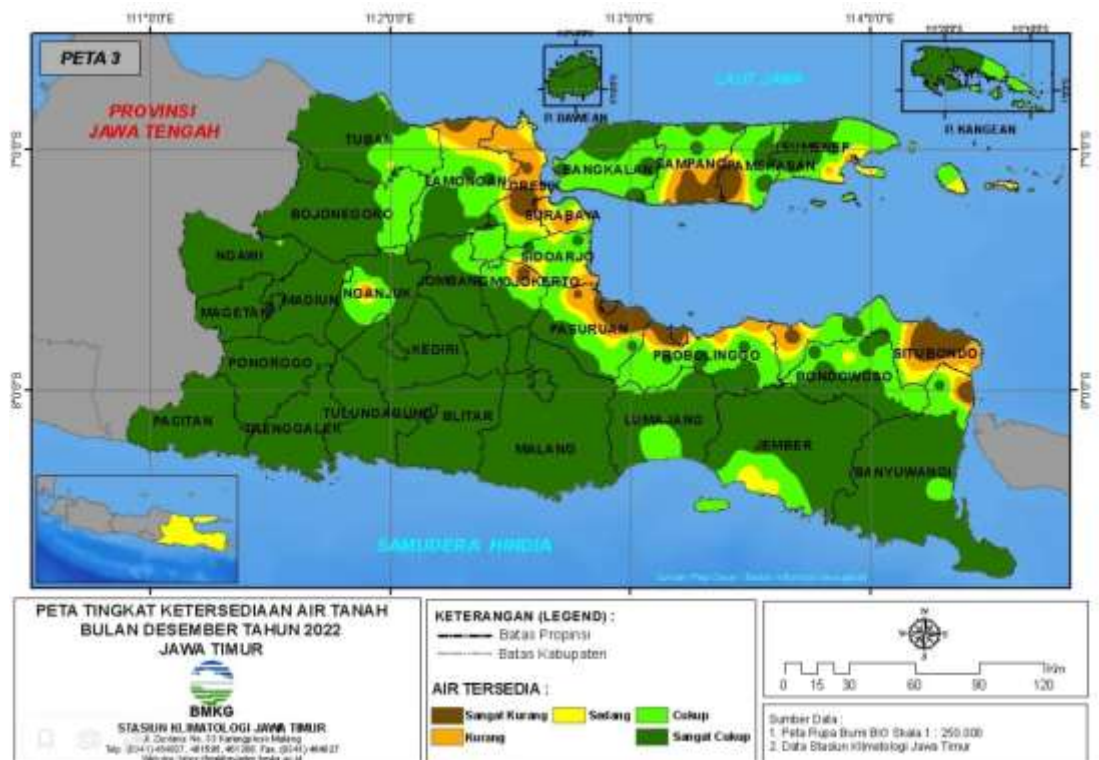


Figure 1. Water table map of East Java Province, Indonesia (December 2022) (notes: dark brown – very rare; brown – less; yellow – medium; light green – moderate; dark green – good) [4]

1.4 Climate conditions

Indonesia is a maritime continent [5] located between two oceans, namely the Pacific Ocean and the Indian Ocean, as well as the continents of Asia and Australia, so that there are two monsoon systems, namely the Asian monsoon and the Australian monsoon. Its location in the equatorial region and the presence of many mountains makes the influence of the monsoons in Indonesia complex and varies from region to region [6].

Indonesia is a tropical country with only two seasons: the rainy season and the dry season. As a rule, the rainy season in Indonesia lasts from November to March, and the dry season lasts from April to October [7]. In Sidoarjo, climate data are regularly measured every day through the Juanda Agency for Meteorology, Climatology and Geophysics (BMKG Juanda) station [8].

1.5 Water sampling methods

The object of the study was well water (ground water) in the Tanggulangin and Porong Subdistrict, Sidoarjo, East Java Province, Indonesia.

Groundwater sampling was carried out by the author from wells from the surface layer: 5 samples (A1-A5) - in the Kedensari settlement in the Tanggulangin subdistrict of the Sidoarjo district during the rainy season (on average from November to March), in late January - early February 2022; 5 samples (B1-B5) - in the Porong sub-district of the Sidoarjo district at the end of the dry period, October 2, 2022 (Fig. 2). All wells penetrate alluvial deposits represented by clays, sands, and gravels, are used for drinking water supply (A1-A5) or were previously used (B1-B5).

The sampling procedure was carried out in accordance with GOST 31861-2012. The water samples were taken by the point method, this method was chosen because it helps to assess the quality of water in relation to the standards for the content of indicators in water.

The water samples were taken from a layer 1-5 m from the surface into specially prepared containers with a volume of 0.6 L. Each container has an etiquette, which indicates the date of selection and the place of selection. Subsequently, the packaged samples were transported to the Jasa Tirta 1 Environmental Laboratory in Malang, Indonesia for samples A1-A5, and to the hydrogeochemical laboratory of School of Earth Sciences and Engineering Tomsk Polytechnic University (TPU) for samples B1-B5.

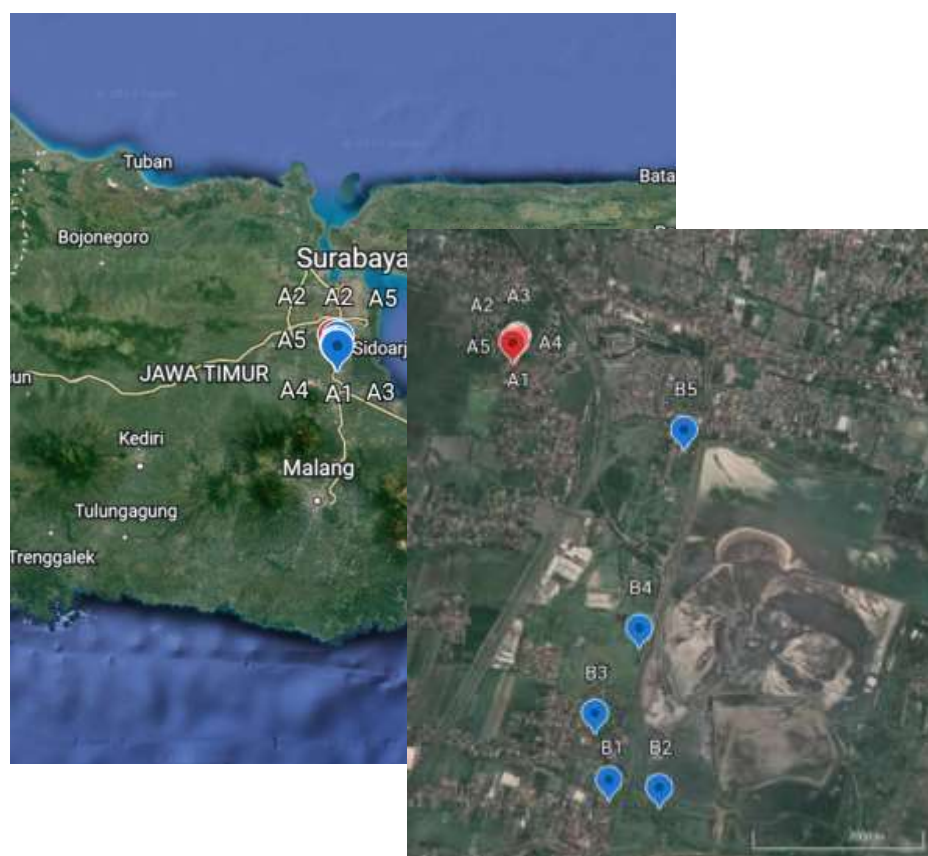


Figure 2. Layout of water sampling points in wells in the Tanggulangin and Porong sub-district, Sidoarjo district (Indonesia, eastern Java Island) in 2022

1.6 Brief results

Table 1 shows the results of calculating the C value and the water pollution index. The results show that all the indicators obtained in samples A1-A5 are less than 1. It can be concluded that the water in the Tanggulangin sub-region is classified as pure. If sorted from the cleanest, we get A2, A5, A4, A3 and A1.

For water in the Porong Subdistrict (Table 2), the results were quite varied. Water in sample B3 is the cleanest water with an index less than 1. At the same time, water in samples B1, B2 and B3 is slightly polluted, with an index from 1.1 to 5.0. And the water in sample B5 is moderately polluted, with an index of 5.773. This is quite understandable, since the water in B5 is contaminated with mercury in a fairly high concentration, in addition, it is also contaminated with manganese and selenium. Based on Table 5, the water in sample B5 also contains excess content such as Ca^+ , Na^+ and Cl^- . Meanwhile, the water in sample B3 as a whole did not exceed the maximum norm for any of the parameters for calculations.

Table 1. Calculation of the water pollution index (WPI) in the area of Tanggulangin, Sidoarjo (A1-A5)

Indicators	Unit	Standard	Samples					Value of C				
			A1	A2	A3	A4	A5	A1	A2	A3	A4	A5
Ta	C	±3	28	28,8	28,6	30	29	1,3	-0,5	-0,3	-1,2	-0,7
Tw	C		26,7	28,5	28,3	29,2	28,7					
pH	-	6,5-8,5	7,76	7,53	6,69	8,2	7,82	-0,260	-0,030	0,810	-0,700	-0,320
Turbidity	NTU	5	1	1,1	0,9	0,8	1,5	0,200	0,220	0,180	0,160	0,300
Na ⁺	mg/l	200	1,7	1,4	1,6	29,7	17,4	0,009	0,007	0,008	0,149	0,087
Cl ⁻	mg/l	250	62,9	56,1	57,5	62,5	42,3	0,252	0,224	0,230	0,250	0,169
SO ₄ ²⁻	mg/l	250	32,6	26,3	25,2	26,6	17	0,130	0,105	0,101	0,106	0,068
C max								1,3	0,224	0,81	0,25	0,3
C avg								0,272	0,004	0,171	-0,206	-0,066
WPI								0,939	0,159	0,585	0,229	0,217

Table 2. Calculation of water pollution index (WPI) in Porong district, Sidoarjo (B1-B5)

Indicators	Unit	Standard	C					Cn				
			B1	B2	B3	B4	B5	B1	B2	B3	B4	B5
Ta	C	±3	0,529	1	-0,059	-0,882	-1	0,529	1	-0,058	-0,882	-1
Tw	C		0,529	1	-0,059	-0,882	-1	0,529	1	-0,058	-0,882	-1
pH	-	6,5-8,5	0,980	0,870	0,910	1,030	1,110	0,980	0,870	0,910	1,030	1,110
Fe	mg/l	1	0,074	0,417	0,087	1,482	0,200	0,074	0,417	0,087	1,855	0,200
Mn	mg/l	0,5	2,952	1,427	0,582	8,224	1,237	3,351	1,772	0,582	5,576	1,463
NO ₃ ⁻	mg/l	10	0,340	0,400	0,088	0,890	0,870	0,340	0,400	0,088	0,890	0,870
NO ₂ ⁻	mg/l	1	7,700	5,300	0,360	1,730	0,700	5,432	4,621	0,360	2,190	0,700
Hg	mg/l	0,001	0,712	1,000	0,509	1,307	26,393	0,712	1,001	0,509	1,582	8,107
As	mg/l	0,05	0,003	0,012	0,127	0,325	0,062	0,003	0,012	0,127	0,325	0,062
Cd	mg/l	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,014
Cr	mg/l	0,05	0,041	0,036	0,040	0,049	0,032	0,041	0,036	0,040	0,049	0,032

Se	mg/l	0,01	0,017	0,086	0,052	0,224	1,431	0,017	0,086	0,052	0,224	1,778
Zn	mg/l	15	0,001	0,004	0,000	0,000	0,001	0,001	0,004	0,000	0,000	0,001
SO ₄ ²⁻	mg/l	400	0,073	0,065	0,035	0,045	0,088	0,073	0,065	0,035	0,045	0,088
Pb	mg/l	0,05	0,000	0,020	0,001	0,002	0,006	0,000	0,020	0,001	0,002	0,006
Cn max								5,432	4,621	0,910	5,576	8,107
Cn avg								0,825	0,736	0,195	0,920	0,959
WPI								3,885	3,309	0,658	3,996	5,773

CONCLUSION

As a result of the study of groundwater samples in Sidoarjo, East Java, Indonesia, it was found that the condition of the groundwater in this area is as follows: in the Tangulangun sub-region, and more precisely in the village of Kedensari, groundwater is classified as clean, from several investigated components. Meanwhile, the condition of groundwater in the Porong subdistrict, or rather around the LUSI mud, is unsatisfactory.

Groundwater in the LUSI mud area is classified as bicarbonate calcium and sodium chloride. However, in addition to this, the sub-area's groundwater has an excess of chemical composition, such as Ca^+ , Na^+ , Cl^- , NO_2^- , and includes micro components such as Mn, Fe, As, I, Hg.

There is a possibility that water pollution in the LUSI area is caused by mud that has different chemical compositions. In addition, since Sidoarjo is directly adjacent to the strait, seawater intrusion is also possible. And other things related to anthropogenic impact, such as sewage pollution that is generated in the septic tank of every house. To obtain a more reliable assessment of the influence of the mud volcano in Sidoarjo and a long-term forecast of the consequences of this influence, it is advisable to further study the chemical composition of groundwater east of LUSI, as well as study the state of water and bottom sediments of the Porong and Ketapang rivers.

After calculating the water quality index using the water pollution index (WPI) and water quality index (WQI) methods, the results show that the water in the Tanggulangun sub-area is classified as clean and potable. For water in the Porong subdistrict, the results showed that the water in sample B3 was the cleanest and the water in B5 was the most polluted.

In conclusion, it should be noted that Sidoarjo's groundwater is not completely safe to drink. A strict regime is needed for the use of groundwater as a source of drinking water, as well as periodic monitoring to detect changes in groundwater quality. Seeing the conditions of Sidoarjo that continue to develop, combined with the existence of LUSI mud and the bad habits of people, more efforts must be made to

maintain the quality of groundwater. The government must provide centralized water supply to provide clean water to all residents of Sidoarjo.

REFERENCES

1. Setiadi, I. Investigation of subsurface geological structure in Sidoarjo mud volcano affected area based on geomagnetic data analysis. / I. Setiadi, A. Darmawan, и Mariyono // *Journal of Environment and Geological Hazards* – 2016, 125-134, 7(3).
2. Kadar, A.P. Pleistocene stratigraphy of Banjarpanji1 well and the surrounding area. / A.P. Kadar, D. Kadar, и F. Aziz. // *Proceedings of the International Geological Workshop on Sidoarjo Mud Volcano, Jakarta, IAGI-BPPT-LIPI* – 2007.
3. Soekardi, R. Hydrogeological map sheet Surabaya scale 1:250.000. / R. Soekardi. // Directorate of Environmental Geology, Bandung – 1984.
4. Level of groundwater availability in December 2022 in East Java Province [URL: <https://karangploso.jatim.bmkg.go.id/index.php/profil/meteorologi/list-of-all-tags/analytics-bulanan-level-keteravailable-air-tanah-di-provinsi-jawa-timur-2022>] (accessed 03.05.2023)
5. Katherine, E.D. Tropical western pacific warm pool and maritime continent precipitation rates and their contrasting relationship with walker circulation. / E.D. Katherine, C.N. David, и M. Peter. // *Journal of Geophysical Research* – 2007, 1-12, 112.
6. Musa, A.M. Identifikasi daerah monsun dan curah hujan berdasarkan sifat angin permukaan di Indonesia bagian barat. / A.M. Musa // Thesis – FITB: Institut Teknologi Bandung, Bandung – 2000.
7. Ikhvanussafa, S. The indicator role of chemical elements in the components of the natural environment of territories with different geo-ecological situations. / S. Ikhwanussafa // Master's thesis of the Department of Geology of TPU - 2019.
8. Data of climate condition in Sidoarjo, BMKG Juanda. [URL: https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim] (accessed 29.06.2022)