

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

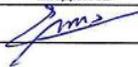
Инженерная школа природных ресурсов  
 Направление подготовки Природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Тема работы
<b>Условия формирования поверхностного водного стока в долине Мзаб (провинция Гардая, Алжир)</b>

УДК 628.1:504 (65)

Студент

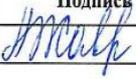
Группа	ФИО	Подпись	Дата
2BM72	Захуани Мустафа		07.06.2019

Руководитель ВКР

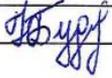
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Решетько М.В.	К.Г.Н.		7.06.19

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Жаворонок А.В.	-		31.05.2019

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД ШБИП	Будницкая Ю.Ю.	К.Т.Н.		31.05.2019

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Елена Юрьевна	К.Г.-М.Н.		07.06.19

## Планируемые результаты обучения

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
Общие 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, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , 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, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , 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, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , 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»
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, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессионального стандарта: 01.004 «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования»

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P5	Проводить учебные занятия по учебным предметам, курсам, дисциплинам образовательных программ «Природообустройство и водопользование» и «Прикладная геология»	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , 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, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , 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, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , 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 природообустройства и водопользования, обеспечивать выполнение требований по безопасности гидротехнических сооружений, охраны природы	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 3.018 «Специалист по эксплуатации мелиоративных систем»; 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам»
<b>Профессиональные по программе «Качество природных вод и водоподготовка»</b>		
P9	Использовать знания в области гидрогеохимии для оценки химического состава и качества природных вод, состояния систем и сооружений природообустройства и водопользования	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения,

Код	Результат обучения	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
		теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»
P10	Разрабатывать документацию по эксплуатации систем и сооружений водоснабжения и водоподготовки	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»
P11	Проводить эксплуатацию систем водоснабжения и водоподготовки, исследовать состояния водных объектов	Требования ФГОС ВО, СУОС ТПУ, <i>CDIO Syllabus</i> , Критерий 5 АИОР (п. 2.1, 2.10), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> , требования профессиональных стандартов: 16.015 «Специалист по эксплуатации водозаборных сооружений»; 16.007 «Специалист по эксплуатации станций водоподготовки»; 16.063 «Специалист по химическому анализу воды в системах водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения»; 15.009 «Гидрохимик»

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

Школа природных ресурсов  
 Направление подготовки природообустройство и водопользование  
 Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:  
 Руководитель ООП  
 \_\_\_\_\_ Пасечник Е.Ю.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

<b>Магистерской диссертации</b>
---------------------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
2ВМ72	Захуани Мустафа

Тема работы:

Условия формирования поверхностного водного стока в долине Мзаб (провинция Гардая, Алжир)	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 3634/С от 13.05.2019 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2019
--	-----------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b>  <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Материалы, полученные в период прохождения производственной практики в учебном и реализационном офисе «Газ и гидравлика» (Алжир, г. Медеа); литературные источники, материалы открытых источников, данные метеорологических наблюдений в Алжире</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>  <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></p>	<p>Описать физико-географические, социально-экономические условия и экологические проблемы района исследований; провести анализ изученности проблемы, рассмотреть факторы формирования поверхностного водного стока; выявить причины наводнений; предложить меры для минимизации негативных последствий наводнений в районе исследований</p>
--	--

<p><b>Перечень графического материала</b>  <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Причины катастрофического наводнения в 2008 г. в г. Гардая</p>
--	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
<p><b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b></p>	<p>Ассистент ОСГН, Жаворонок А.В.</p>
<p><b>Социальная ответственность</b></p>	<p>Доцент ООТД ШБИП, Будницкая Ю.Ю.</p>
<p><b>Английский язык</b></p>	<p>Доцент ОИЯ, Гутарева Н.Ю.</p>

**Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:**

Conditions of the formation of surface water flow in the valley of Mzab (Province of Ghardaia, Algeria) (Приложение А)

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	
--	--

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент</p>	<p>Решетько М.В.</p>	<p>к.г.н.</p>		

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>2ВМ72</p>	<p>Захуани Мустафа</p>		

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: Природообустройство и водопользование  
 Уровень образования: высшее профессиональное образование  
 Отделение геологии  
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

<b>Магистерская диссертация</b>
---------------------------------

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	7.06.2019
--	-----------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
14.05.2018	<i>Изученность исследуемой темы</i>	10
15.10.2018	<i>Физико-географическая, социально-экономическая характеристика и экологические проблемы района исследований</i>	10
15.11.2018	<i>Методика исследования</i>	5
15.03.2019	<i>Факторы формирования поверхностного водного стока</i>	10
30.04.2019	<i>Причины катастрофического наводнения в 2008 года в г. Гардая, долина Мзаб</i>	10
20.05.2019	<i>Минимизация негативных последствий наводнений в районе исследований</i>	5
30.05.2019	<i>Английская часть</i>	10
30.05.2019	<i>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</i>	10
30.05.2019	<i>Социальная ответственность</i>	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Решетько М.В.	К.Г.Н.		

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Пасечник Е.Ю.	К.Г.-М.Н.		

## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 153 с., 43 рис., 30 табл., 47 источников, 2 приложения и графическое приложение на 1 листе.

**Ключевые слова:** долина Мзаб, экстремальные атмосферные осадки, наводнения, поверхностные воды, Алжир, Гардая, водный сток

**Объектом** исследования является поверхностный сток в долине Мзаб, возникающий в результате экстремальных атмосферных осадков.

Целью данного исследования является выявление факторов формирования поверхностного водного стока.

В работе проведено описание физико-географических, социально-экономических условий и экологических проблем района исследований; проведен анализ изученности проблемы, рассмотрены факторы формирования поверхностного водного стока; выявлены причины наводнения в г. Гардая в 2008 году и предложены меры для минимизации негативных последствий наводнений в районе исследований.

**В процессе исследования проводилась** статистическая обработка данных о сумме атмосферных осадков, выполнен поиск информации по теме исследований на английском, немецком, французском и арабском языках.

**В результате исследования** выявлены факторы формирования экстремального поверхностного водного стока в долине Мзаб, предложены рекомендации по минимизации негативных последствий наводнений.

## **Определения, сокращения, обозначения**

PNAE-DD - Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable.

PROGDEM - Programme National pour la Gestion Intégrée des Déchets Municipaux

ПДК-предельно допустимая концентрация

ОМС (ВОЗ) – Всемирная организация здравоохранения

Csa - Средиземноморский климат (Mediterranean climate)

BSk - Холодный семиаридный климат (frigid seven-arid climate)

BWk - Холодных пустынь климат (climate of cold deserts)

## Оглавление

Введение.....	13
1. Физико-географическая характеристика территории Алжира .....	15
1.1. Геологическое строение и рельеф.....	18
1.1.1. Алжирский Атлас.....	21
1.1.2. Алжирская Сахара .....	24
1.2. Климат Алжира .....	25
1.3. Поверхностные воды Алжира .....	28
1.4. Гидрогеологические условия.....	30
1.4.1. Гидрогеологические районы Алжирского Атласа .....	32
1.4.2. Гидрогеологические районы Алжирской Сахары.....	35
1.5 Почвы и растительный мир .....	42
2. Социально-экономическая характеристика и экологические проблемы Алжира .....	44
2.1. Демографическая ситуация Алжира.....	44
2.2. Экономика Алжира.....	46
2.2.1. Сельское хозяйство.....	46
2.2.2. Промышленность.....	47
2.3. Экологические проблемы исследуемой территории.....	47
2.3.1. Сточные воды .....	47
2.3.2 Отходы потребления.....	49
2.3.3. Загрязнение и истощение ресурсов.....	50
3. Формирование поверхностного водного стока долины Мзаб.....	51

3.1. Физико-географическая характеристика района исследований	51
3.1.1. Административное положение вилайи Гардайя.....	51
3.1.2. Рельеф долины Мзаб .....	54
3.1.3. Климат долины Мзаб.....	56
3.1.4. Поверхностные воды долины Мзаб .....	63
3.1.5. Подземные воды долины Мзаб .....	65
3.2. Изучение факторов формирования поверхностного стока .....	69
3.2.1. Материалы и методика исследований .....	69
3.2.2. Характеристики бассейна Мзаб .....	71
3.2.3. Характеристики атмосферных осадков в долине Мзаб .....	75
3.3. Причины катастрофического наводнения в 2008 г в г. Гардая .	78
3.4. Мероприятия по охране водных ресурсов и охране от катастрофических наводнений .....	82
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	88
4.1. Предпроектный анализ:.....	88
4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования. ....	88
4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	89
4.1.3 SWOT – анализ.....	90
4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации .....	92
4.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования.....	93
4.2. Планирование управления научно-техническим проектом.....	94
4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования. ....	94

4.2.2. Бюджет научного исследования .....	98
4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования. ....	103
4.3.1. Оценка сравнительной эффективности исследования Интегральный показатель ресурсоэффективности:.....	103
4.3.2 Ресурсосбережение : .....	104
4.3.3 Социальная эффективность .....	104
5. Социальная ответственность .....	108
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	108
5.2. Анализ опасных и вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению в полевых и камеральных условиях .....	110
5.3 Экологическая безопасность.....	120
5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	120
Заключение .....	123
Список публикаций.....	125
Список литературы .....	126
ПриложениеА .....	130
Приложение Б.....	152
Приложение В .....	153

Графическое приложение:

Лист 1. Причины катастрофического наводнения в 2008 года в г. Гардая

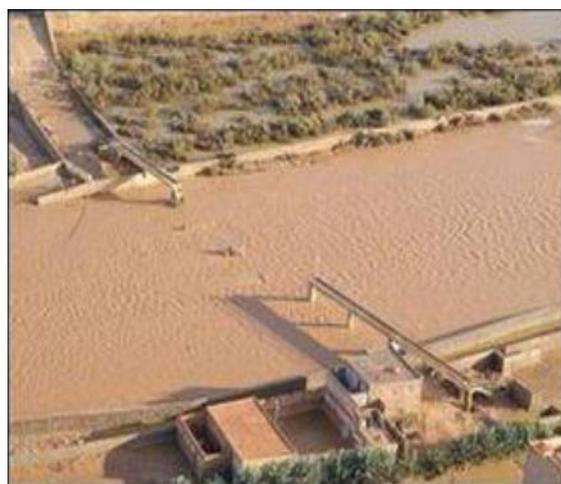
## Введение

Актуальность исследования. Экстремальные явления погоды связаны с малыми вероятностями и обладают большой изменчивостью, но, несмотря на это, ущерб, наносимый экстремальными гидрометеорологическими явлениями, по оценкам ООН, составляет 70 % суммарного ущерба от воздействия природных катастроф и стихийных бедствий. Информацию о наводнениях в пустыне Сахара можно воспринять как нечто невозможное, но дождевые паводки в административном центре вилайи Гардая, находящемся на севере пустыни Сахара в Алжире случаются достаточно часто. Эти природные явления, наносят значительный ущерб и очень тяжелые последствия для человека и городской инфраструктуры.

Выбор темы выпускной диссертационной работы обусловлен тем, что некоторые из паводков наносят серьезный социально-экономический ущерб. Примером может служить наводнение, произошедшее 1 октября 2008 г., по некоторым оценкам ущерб составил около 200 миллионов евро. За считанные часы русла уэдов – пересохших рек наполнились водой, причем в некоторых районах города глубина затопления составляла свыше 7 метров (рис. 1). Это повлекло за собой затопление и частичное разрушение сотен домов, снесенные мосты и размытые дороги, был нанесен ущерб сельскому хозяйству, кроме того погибло несколько десятков людей.



а



б

Рисунок 1 – район г. Гардая до (а) и после (б) наводнения 2008 г. [1]

Объектом исследования является поверхностный сток в долине Мзаб.

Предметом исследования является причины образования наводнений на северной границе пустыни Сахара.

Перед автором стоят следующие основные задачи:

1. описать физико-географические, социально-экономические условия и экологические проблемы района исследований,
2. провести анализ изученности проблемы,
3. рассмотреть факторы формирования поверхностного водного стока;
4. выявить причины наводнений в г. Гардая в 2008 году;
5. предложить меры для минимизации негативных последствий наводнений в районе исследований.

Фактический материал и методы исследования

В основу диссертационной работы положены результаты поиска фактического материала, проведенные автором во время научно-исследовательской практике в Алжире, результаты предыдущих исследований, материалы, предоставленные администрацией вилайи Гардая и данные из открытых источников, в том числе метеорологические данные немецкой службы погоды.

Апробация работы.

Основные результаты диссертационной работы докладывались на XXIII Международном научном симпозиуме студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина (Томск, 2019).

Автор выражает благодарность своему научному руководителю доц. М.В. Решетько, сотрудникам отделения геологии профессору О.Г. Савичеву, доц. Е.Ю. Пасечник, доц. А.А. Хващевской за внимание, ценные советы и помощь при выполнении работы.

## 1. Физико-географическая характеристика территории Алжира

Алжир – одна из наиболее крупных и развитых стран Африки, расположена на севере материка (рис 1.1). Общая площадь страны 2 381 740 км<sup>2</sup>. Протяженность береговой линии свыше 1400 км. Территория страны занимает центральную часть горной системы Атлас и север пустыни Сахара. Рельеф северного Алжира представлен двумя основными хребтами - Береговым (или Тель-Атласом) и Сахарским Атласом и межгорными равнинами. Высшая точка в нагорье Ахаггар. Территория Сахары занята каменистыми пустынями – хамадами и песчаными – эргами. Граничит с Марокко на западе, с Тунисом и Ливией – на востоке, с Нигером, Мали, Мавританией – на юге. С севера омывается водами Средиземного моря. Алжир принадлежит к странам Магриба ("Арабского Запада").

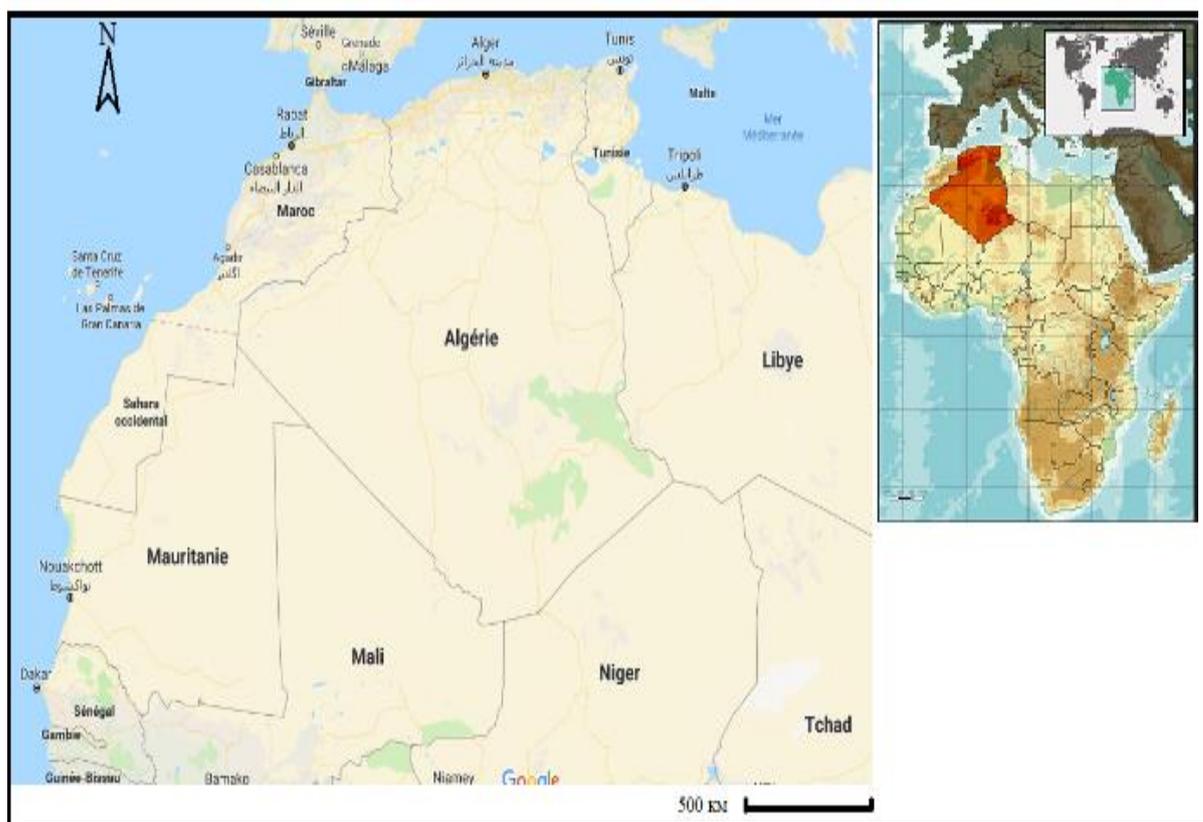


Рисунок 1.1. – Географическое положение Алжира на Африканском континенте [2]

Из-за большой протяженности с севера на юг территория Алжира располагается не только в разных природных зонах, но даже в разных поясах. Северный Алжир занимает центральную часть Атласской природной области,

входящей в субтропическую зону Средиземноморья на окраине Африки. Основная же часть страны занята тропическими полупустынями и пустынями Сахары, т. е. относится к тропическому поясу пассатов северного полушария. Различны геологическое строение, рельеф, гидрография этих двух смежных природных областей, их почвенно-растительный покров и животный мир (рис. 1.2). Таким образом, природа Алжира имеет двойственный характер.

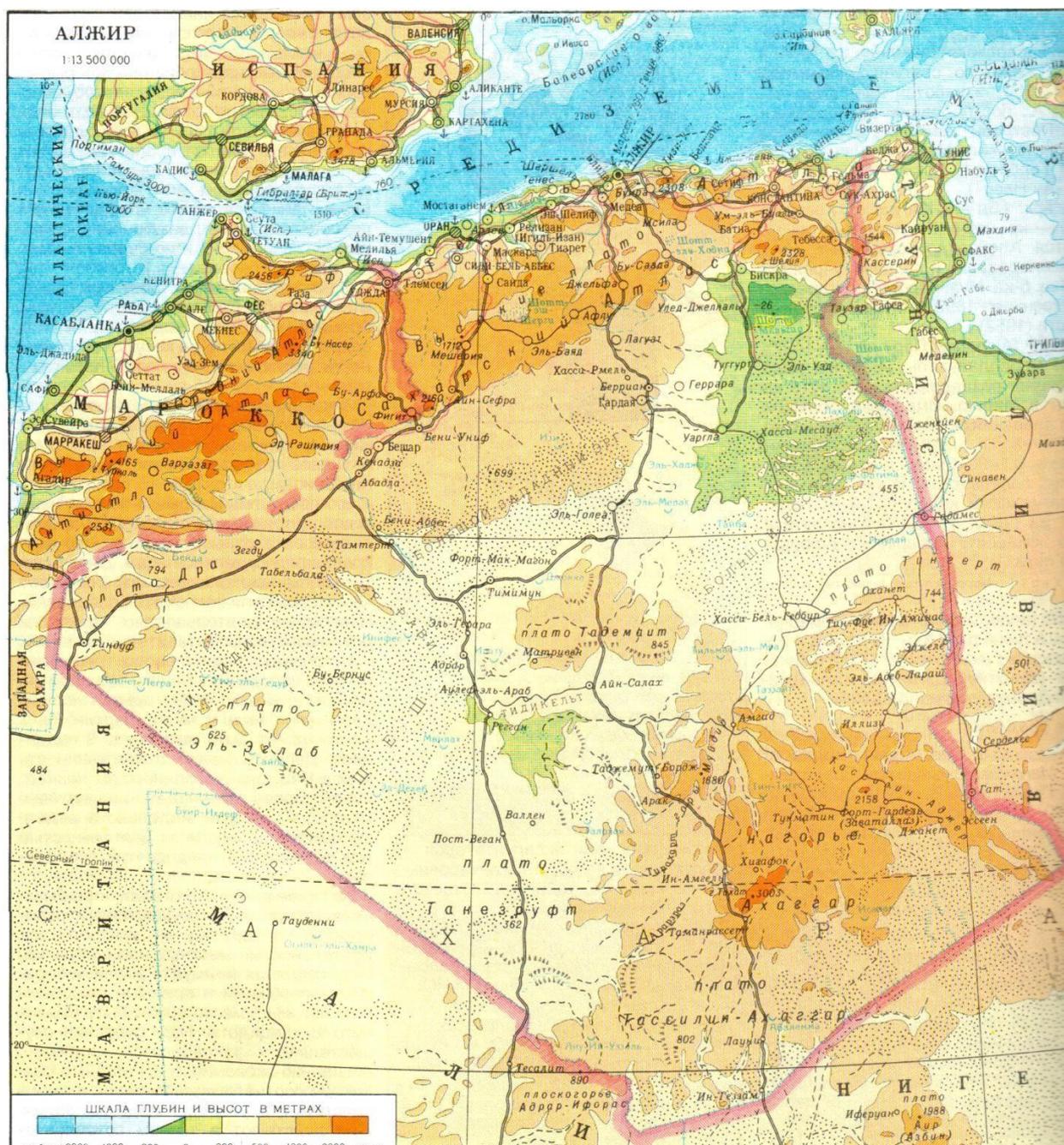


Рисунок 1.2. – Физическая карта Алжира [3]

Хотя Северный Алжир составляет менее 1/2 территории, здесь сосредоточено более 90% населения и почти вся хозяйственная жизнь страны.

Влияние Сахары на природу Северного Алжира весьма велико. Оно усиливает африканскую специфику природы, создавая ее существенные отличия от стран неафриканского Средиземноморья.

Проходящую на севере вдоль побережья горную цепь Телль-Атласа прорезают немногочисленные бухты и равнины. Низменности вокруг городов Алжир и Оран плотно заселены. Небольшие заливы используются для рыболовства, вывоза железной руды и нефти. Телль-Атлас возвышается над уровнем моря более чем на 1830 м и включает в себя массивы Тлемсен, Большую и Малую Кабилию и Меджерда (рис. 1.2).

На средних высотах встречаются кустарники средиземноморского типа и леса пробкового дуба. На более высоких отметках некогда произрастали кедровые и сосновые леса, но в результате вырубок, пожаров и выпасов скота многие горные районы превратились в покрытую кустарником пустошь.

Южная часть Телль-Атласа представляет собой высокое плато средней высотой 1070 м. Этот район характеризуется полуаридными климатическими условиями с годовым количеством осадков 250–510 мм. В более увлажненных районах возделывают зерновые и траву альфа (эспарто), волокна которой служат для изготовления канатов, тканей и высококачественной бумаги. Соляные озера (называемые шотт) и солончаки встречаются на более низких отметках с сухим климатом. Расположенный еще дальше к югу Сахарский Атлас поднимается на высоту 150 м над уровнем плато и затем понижается к Сахаре более чем на 300 м. Наиболее возвышенной частью Сахарского Атласа являются горные системы Ксур, Амур и Улед-Наиль. Годовое количество осадков на северных склонах составляет около 510 мм, на южных – 200 мм. Благодаря обильному травяному покрову Сахарский Атлас служит удобным районом выпаса скота.

Остальную часть страны занимает пустыня Сахара. Средняя отметка высоты в Сахаре – около 460 м. В районе массива Ахаггар (Хоггар) вблизи южной границы Алжира находится высочайшая вершина страны гора Тахат – 2908 м. Большую часть Сахары занимают щебнистые и галечниковые пустыни

(хамады и реги), а приблизительно 1/4 часть – песчаные пустыни (эрги). Днем жарко, порой температура достигает 35°, но ночи прохладные. Осадки крайне редкие. В оазисах, в условиях постоянного орошения, растет финиковая пальма. Источниками водоснабжения служат колодцы, вырытые в пересохших руслах рек, во многих местах используются подземные воды, поступающие на поверхность через артезианские скважины и фоггара – горизонтальные туннели, вырытые под небольшим уклоном.

### **1.1. Геологическое строение и рельеф**

По природным условиям северная (Атласская) и южная (Сахарская) области Алжира резко различаются. Северная часть – типично горная страна с высокими интенсивно расчлененными хребтами, вытянутыми преимущественно в северо-восточном направлении, и обширными межгорными и прибрежными равнинами. Южная часть страны, целиком лежащая в пределах пустыни Сахары, гигантское плоскогорье с отдельными высокогорными массивами и глубокими впадинами, иногда с отметками ниже уровня моря [4]. В территории Алжира выделяются различные по геологическому строению – Сахарская (часть древней Африканской платформы) и Атласская (сектор Средиземноморского геосинклинального пояса), разделённые Южно-Атласским разломом (рис. 1.3). На юге Сахарской области выделяется щит Ахаггар (Хоггар), на юго-западе – Эль-Эглаб (Регибат). Они сложены кристаллическими породами архея, метаморфизованными вулканогенно-обломочными и карбонатными отложениями нижнего протерозоя и рифея-венда; в Ахаггаре широко развиты также геосинклинально-орогенные вулканогенноосадочные отложения, граниты Таурирт (650-500 млн. лет). Платформенный чехол образован морскими терригенно-карбонатными отложениями рифея-венда (особенно в Регибатском массиве), лагунно-континентальными и морскими отложениями палеозоя (мощность 1,2-3,8 км), песчаниками и эвапоритами триаса, глинами и песчаниками юры – неогена [5].

В чехле Сахарской плиты выделяются синеклизы (Тиндуф, Западно- и Восточно-Сахарские), разделённые поднятиями, и зона Угарта, представляющая собой авлакоген (глубокий и узкий грабен в фундаменте древней платформы, перекрытый платформенным чехлом, представляет собой древний рифт, заполненный осадками), складчатость которого проявилась в конце карбона. С вулканитами и гранитами рифея – венда связаны месторождения руд урана, олова, вольфрама, редких металлов и золота в Ахаггаре. В синеклизе Тиндуф среди палеозойских глинисто-песчаных отложений платформенного чехла локализованы крупнейшие месторождения железных руд, на юге Ахаггара – перспективные залежи урана. Антиклинали в отложениях чехла на северном погружении Ахаггара вмещают уникальные залежи нефти (Хасси-Месауд) и газа (Хасси-Рмель) [5].

В складчатой Атласской области развиты эвапориты, гипсосолёносные глины и красноцветные обломочные породы триаса, перекрытые морскими терригенно-карбонатными отложениями и карбонатно-терригенным флишем (юра, мел, палеоген). На севере неоген представлен морскими вулканогенно-осадочными, глинисто-карбонатными, на юге – континентальными отложениями [5]. В Тель-Атласе складчатые породы мезозоя-кайнозоя (до среднего миоцена включительно) образуют серию перемещённых с севера на юг тектонических покровов (шарьяжей). В прибрежной зоне незначительно развиты андезиты и гранитоиды неогена, в массивах Большой и Малой Кабилии – метаморфические породы докембрия и сланцы палеозоя, которые выступают на поверхность. К югу от Тель-Атласа расположен платформенный блок Высоких плато (Оранская месета), где складчатый герцинский фундамент перекрыт маломощным слабдеформированным чехлом мезозоя – кайнозоя. В горстях обнажаются терригенные и вулканогенно-сланцевые породы палеозоя, смятые и прорванные герцинскими гранитоидами.

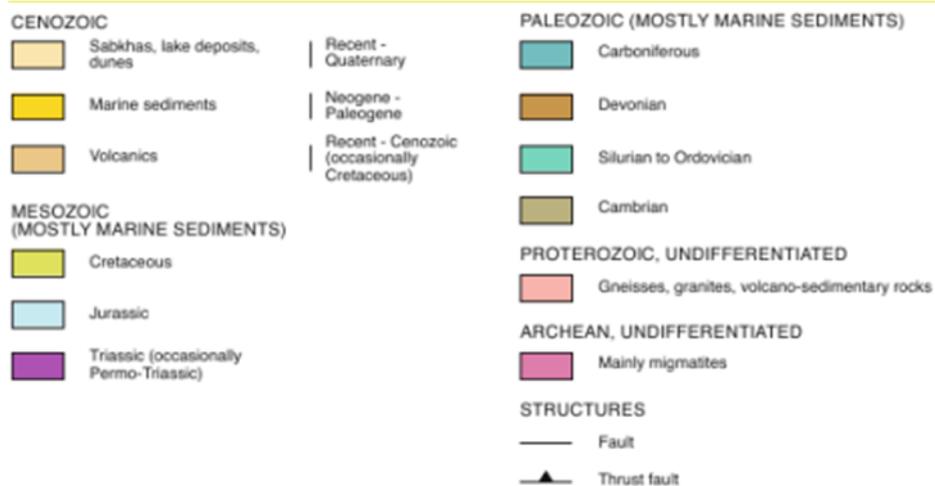
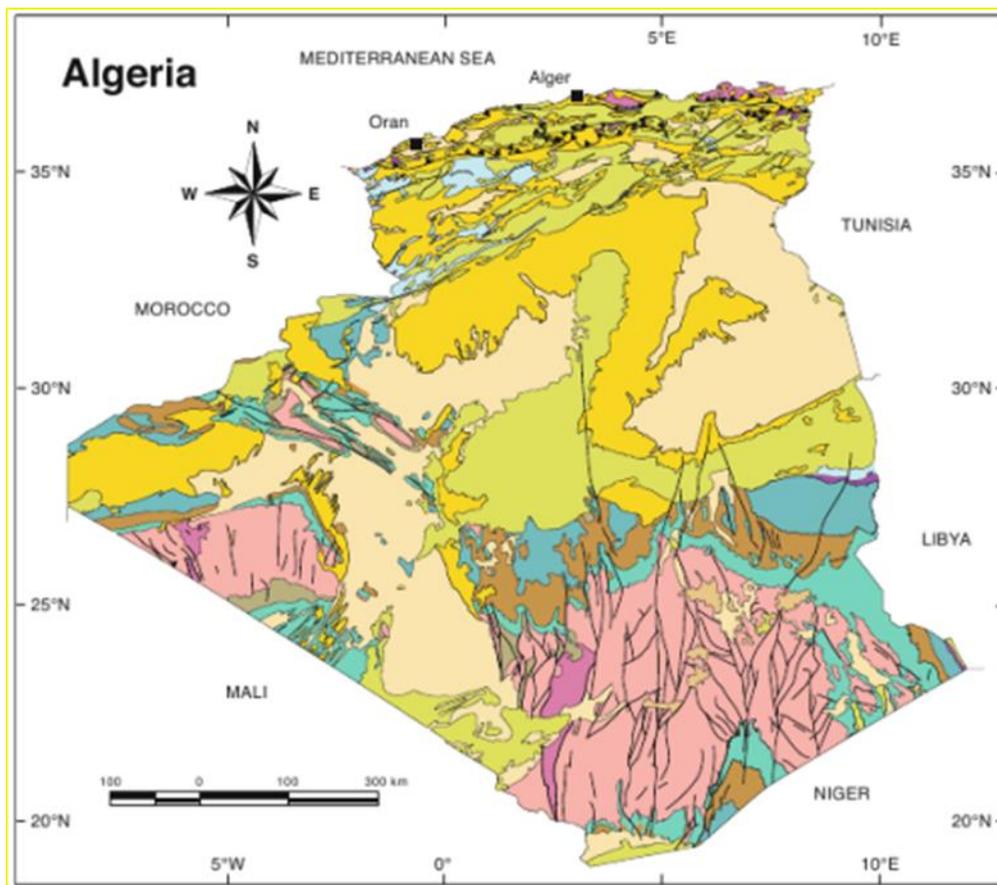


Рисунок 1.3. – Геологическая карта Алжира\* [6]

\*легенда: КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА: сабхаские отложения, озерные отложения, дюны; морские отложения; вулканические породы. МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА (преимущественно морские отложения): меловой, юрский, триасовый (периодически пермо-триас) периоды. ПАЛЕОЗОЙСКАЯ ЭРА (в основном морские отложения): каменноугольный, девонский, силурийский до ордовиковского периода, кембрийский период. ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ЭРА: гнейсы; граниты; вулканогенно-осадочные породы. АРХЕЙСКАЯ ЭРА: в основном магматиты. СТРУКТУРА: разлом, надвиг.

К югу от Высоких плато находится умеренно складчатая зона Сахарского Атласа, сформированная на месте мезозойского прогиба. В целом в Атласской области преобладают близширотные складки и разломы восточного и северо-восточного (или "атласского") простирания, а также субмеридиональные "красноморские" разломы, наложенные в северной части Алжира на шарьяжи Тель-Атласа [5].

Продольные и поперечные разломы обуславливают размещение вулканитов, эвапоритовых диапиров и важнейших рудоносных зон с месторождениями руд чёрных и цветных металлов в Атласской области. В Северном Алжире с породами мезозоя – кайнозоя связаны месторождения руд железа, цинка, свинца, меди, сурьмы, ртути и различных видов неметаллического сырья [5].

Территория Алжира характеризуется высокой сейсмичностью, которая связана с перемещением по разломам и шарьяжам в различных зонах Северного Алжира. Наиболее сейсмичен Тель-Атлас (6-7 баллов), в его пределах – прибрежные зоны (Тенес-Шершель, Оран-Мостаганем и Шелиф).

Согласно [4] поверхность северной части Алжира образуют сложно дислоцированные, как правило, мезо-кайнозойские породы, испытавшие воздействие частично герцинского и в полной мере альпийского орогенеза (палеозойские породы обнажаются отдельными пятнами). В Сахарских районах страны развиты преимущественно докембрийские, палеозойские и мезозойские отложения, причем первые составляют относительно спокойно (встречаются следы палеозойских складок). Палеоген-неогеновые отложения в сахарских районах имеют ограниченное распространение и чаще всего континентальное происхождение. В дальнейшем мы будем называть северную часть Алжирским Атласом, а южную – Алжирской Сахарой.

### **1.1.1. Алжирский Атлас**

Алжирский Атлас лежит в центральной части Северо-Западной Африки. Этот отчетливо выраженный географический выступ африканского континента целиком захвачен горно-складчатыми сооружениями Альпийской

геосинклинальной системы. Для характеристики рельефа Атласской области Алжира приведем следующие данные (Горнунг 1958): средняя высота области более 900 м; площадь горных массивов с высотами 1600–2000 м и выше составляет немногим более 1% всей территории; более 50% территории приходится на возвышенные равнины, около 5% на низменные равнины, примерно столько же на окаймляющие их холмистые участки с высотами 200–400 м. Всю остальную территорию занимают районы с высотами 400–800 и 1200–1600 м.

Границей между двумя разнородными структурами служит Южно-Атласский краевой прогиб. Он же является естественной границей между двумя природными областями Алжира [4]. Географическое положение Алжирского Атласа и сложное строение его поверхности обусловили выделение здесь, по крайней мере, четырех зон, внутри которых наблюдается общность основных природных факторов: береговых горных цепей и прибрежных равнин; горных массивов и межгорных впадин Телльского Атласа; Высоких равнин Алжира; горных цепей Сахарского Атласа. Первые две зоны по геологоструктурным признакам и истории развития делятся на две части-западную и восточную (примерно по меридиану города Алжира).

*1. Зона береговых горных цепей и прибрежных равнин.* Среди береговых горных цепей выделяются три крупных массива: палеозойские массивы Большой и Малой Кобилии на востоке и мезо-кайнозойский массив Дахра на западе. Палеозойские массивы с отметками 800–1000 м с юга обрамляются горными цепями с типично альпийскими вершинами (до 2300 м), сложенными известняками юры и мела. В совокупности они составляют единый орографический комплекс, отделенный от горных цепей второй зоны системой межгорных долин. Северные склоны Кабильских (а также и Дахрского – высшая точка 1579 м) массивов круто обрываются к морю, образуя характерное для Алжира скалистое побережье с ограниченным числом крупных бухт и заливов. В западной части первой зоны известны также

небольшие поднятия типа холмистых гряд – Оранская и Алжирская Сахели – с вершинами около 600 м.

## ***2. Зона горных массивов и межгорных впадин Тельского Атласа.***

Деление этой зоны на западную и восточную части также правомерно и основано на различии основных черт их геоморфологии и последних этапов истории геологического развития. В западной части горные массивы (Тлемсен, Варсенис и др.) чередуются с крупными межгорными равнинами (Бель-Аббес, Маскара и др.) и средневысотными горными цепями (Бени-Шугрен, Сайда, Тиарет и др.). В восточной части продолжаются горные сооружения Атласской системы (Блидский Атлас, горы Бибан, Ходна, Константина, Меджерда и др.), но здесь они отличаются преобладанием среднегорья. холмистым и относительно выровненным рельефом, меньшей интенсивностью эрозионных процессов и отсутствием четко выраженных межгорных равнин. В западной части зоны широко распространены юрские породы и в меньшей степени меловые, в восточной – меловые и моложе [4].

## ***3. Зона Высоких равнин.***

Между горными сооружениями Тельского и Сахарского Атласов на огромной территории, вытянутой в том же, что и горы, северо-восточном направлении, раскинулись степные пространства, начинающиеся в Марокко и захватывающие почти всю среднюю часть Алжирского Атласа. В Марокко они называются Месетой, в Алжире – Срединным плато, Высокими плато или Высокими равнинами. В юго-западной части степи располагаются на высоте 1000-1200 метров. К северо-востоку их отметки постепенно снижаются до 400 метров. Наиболее характерной особенностью этой зоны является чередование крупных котловин, заполненных солеными озерами-шоттами (Шерги, Захрез-Гарби, Ходна и др.) , и внутренних коротких, относительно невысоких горных цепей (Шеллала, Джебель-Надор, Себа-Рус и др.) или платообразных возвышенностей (Серсу, Тага и др.).

По ряду естественноисторических признаков зона Высоких равнин может быть разделена на три части: западную, преимущественно степную;

центральную-горно-степную; восточную, представляющую собой замкнутую котловину с пониженными для всей зоны абсолютными отметками.

**4. Зона горных цепей Сахарского Атласа.** Переход к ним от Высоких равнин малозаметный – превышение гор над равнинами в западной части составляет лишь 100-200 м. Слагающие западную часть Сахарского Атласа горы Ксур, Амур, Улед-Наиль и др., сложенные преимущественно меловыми породами, имеют вид коротких складок, разделенных межгорными понижениями. Средние высоты хребтов не превышают 1400–1500 м, отдельные вершины достигают 2000 м. Преобладают простые сглаженные структурные формы (куэсты, столовые вершины и т. п), слабо расчлененные водной эрозией. Несколько интенсивнее эродированы горы восточного окончания Сахарского Атласа, в частности хребет Тебесса, продолжающийся на территорию Туниса. На фоне относительно спокойных форм рельефа, свойственных большинству горных сооружений Сахарского Атласа, резко выделяется массив Орес. Он интенсивно расчленен, вершины его часто превышают 2000 м. Здесь находится высшая точка северной части страны – гора Шелия (2328 м). Горные хребты прорезаны глубокими долинами, сужающимися местами до ущелий, Слагающие массив меловые и палеогеновые породы сильно дислоцированы и претерпели воздействие нескольких фаз альпийского орогенеза, в целом характерна современная тектоническая подвижность, что почти не свойственно другим окружающим его атласским сооружениям [4].

### **1.1.2. Алжирская Сахара**

Эта природная область Алжира занимает центральный участок северной части Сахарской платформы, составляющей северное окончание Африканского плато. В пределах области средние отметки этого плато изменяются от 300 до 400 м, наивысшая отметка достигает 3000 м (нагорье Ахаггар), наинизшая - минус 26 м (впадина Мельгир). Основными типами рельефа Сахарской области являются щебенистые (реги), каменистые (хамады) и песчаные (эрги) пустыни. Встречаются столообразные

возвышенности, нередко куэстового типа. Значительное место на юге области занимает обширный горный массив Ахаггар [4].

## **1.2. Климат Алжира**

Климат Алжира – субтропический средиземноморский на севере и тропический сухой в Сахаре (по классификации климатов Алисова Б.П.). Зима на побережье тёплая дождливая ( $12^{\circ}\text{C}$  в январе), в горах – прохладная (2-3 недели лежит снег), в Сахаре зависит от времени суток (ночью ниже  $0^{\circ}\text{C}$ , днём  $20^{\circ}\text{C}$ ). Лето в Алжире жаркое и сухое. Годовое количество осадков от 0-50 мм в Сахаре до 400–1200 мм в Атласских горах. В Алжире практически повсюду средние месячные температуры даже самого холодного месяца (января) выше  $0^{\circ}\text{C}$ , за исключением горных районов с высотами более 1600 м. Разница между температурами января на побережье, во внутренних районах и в южных горах Атласа в среднем около  $5^{\circ}\text{C}$ . Различия же летних температур (самые жаркие месяцы – июль-август) составляют в среднем  $1-2^{\circ}\text{C}$ . Согласно классификации климатов Кеппена (рис 1.4) на севере Алжира можно отметить средиземноморский климат (Csa), холодный семиаридный климат (BSk) и климат холодных пустынь (BWk), для  $\frac{3}{4}$  территории Алжира характерен климат пустынь (BWh).

Согласно [4] средние минимальные температуры ниже  $0^{\circ}\text{C}$  в Северном Алжире отмечены лишь в отдельных районах, но дни с морозами на побережье бывают ежегодно. Абсолютные максимальные температуры всюду высоки и даже в северной части почти повсеместно достигают  $40^{\circ}$  и более (в Сахарском Атласе – около  $50^{\circ}$ , а в долине р. Шелиф установлен абсолютный температурный максимум Северного Алжира – выше  $50^{\circ}\text{C}$ ).

Климат Северного Алжира определяется положением двух главных воздушных фронтов – полярного и тропического и зависит от перемещения связанных с ними воздушных масс. Зимой, когда Средиземное море, особенно в западной части, теплее Северной Африки, Северный Алжир испытывает воздействие циклонической деятельности и приносимых в связи с нею

влажных воздушных масс с Атлантики. В это время в отдельных местах горного побережья осадки даже превосходят нормы умеренного пояса. В летнее время, когда постоянный Азорский антициклон смещается к северу, территория Северного Алжира включается в зону его воздействия. Над страной на долгие месяцы устанавливается антициклональный режим с сухими ветрами и высокими температурами.

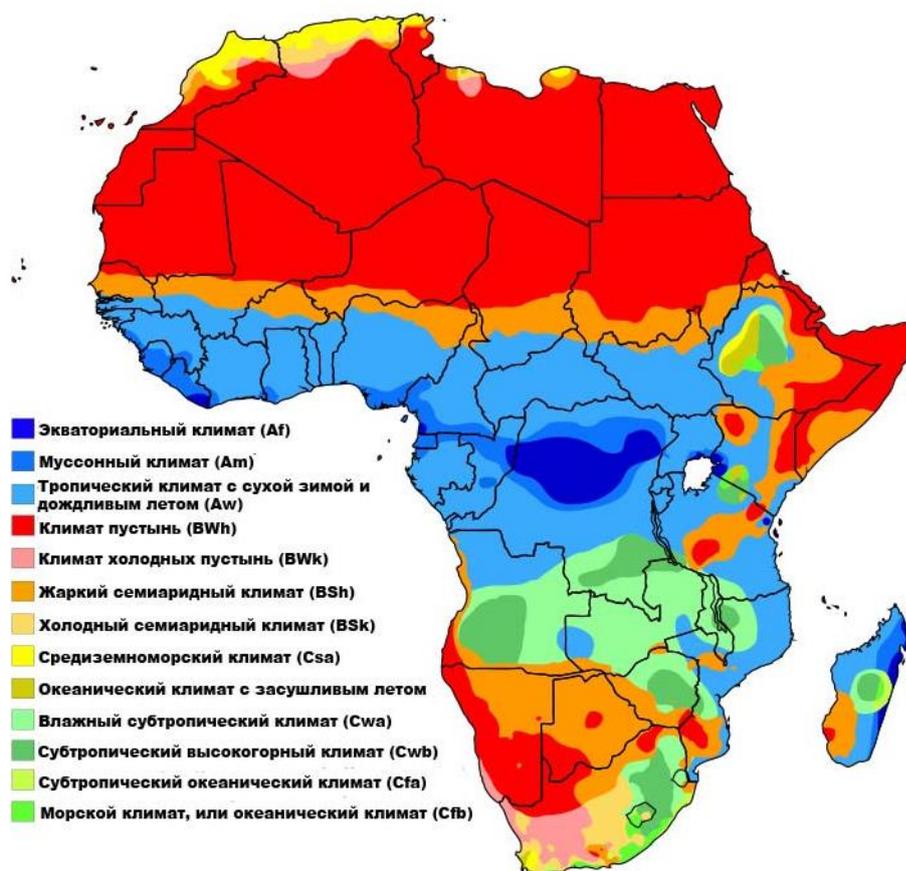


Рисунок 1.4. – Климатическая карта Африки по Кеппену [7]

Сложный рельеф вызывает существенные местные различия погоды в течение всего года, и нередко в Северном Алжире на близких расстояниях наблюдаются разные климатические условия. На формирование климата Северного Алжира сильно влияет рельеф соседнего Марокко. Марокканские горные массивы, превышающие высоты Алжира, задерживают влагу, идущую в Северную Африку с запада. По этой причине невысокая северо-западная часть страны (район Орана) оказывается более засушливой, чем прибрежные горные районы в центре и на востоке, которые выше и более выдвинуты к северу. Эти районы получают максимальное количество осадков в стране, но

сами оказываются заслоном, лишаящим пограничный с Тунисом район значительной части приносимой с запада влаги.

Влияние Средиземного моря распространяется лишь на узкую прибрежную полосу, где более высокая влажность воздуха, меньше амплитуда температурных колебаний, постоянны береговые ветры – бризы.

Алжирская Сахара, относящаяся к континентальной части тропического пояса и являющаяся областью наибольшего прогрева приземных слоев воздуха, не только влияет на всю атмосферную циркуляцию в пределах Алжира, но и непосредственно воздействует на юг атласской части, усиливая его климатические отличия от более северных районов. Летние, даже не слишком высокие температуры нелегко переносятся людьми и животными. В прибрежной полосе и прилегающих к ней районах это обусловлено высокой влажностью, а также малым снижением температур в ночное время. В более южных районах, где средние температуры летних месяцев близки к 30°, жара переносится особенно тяжело из-за иссушающих ветров – сирокко. Под этим названием часто объединяют ветры юго-восточных румбов, дующие из пустынь. Сирокко подобны суховеям, они особенно губительны для посевов в весенний период или в начале лета. В течение года в Северном Алжире бывает до 30–40 дней с сирокко.

Для климата в целом характерна незначительная облачность и очень большая продолжительность солнечного сияния, что важно для сельского хозяйства. Особые трудности создает не столько общая засушливость климата, сколько неравномерность выпадения осадков по сезонам. Беспольными и иногда вредными для хозяйства оказываются и обильные осадки, выпадающие в виде мощных коротких ливней. Поэтому средние величины годовых осадков в стране, полузасушливой на севере и засушливой на юге, имеют лишь относительное значение для хозяйственных оценок. В Северном Алжире Большая Кабилия богата атмосферными осадками, хотя они и неравномерно распределены по площади. Их меньше на западе, больше на востоке. В среднем они равны 800 мм/год. На востоке эта норма увеличивается до 1200

мм, достигая в отдельных местах максимума для всей страны - 1700 мм/год. Среднегодовое количество атмосферных осадков в Малой Кабилии - самое большое в стране и достигает 1200 мм, а в центральных и северных частях - 1600 мм [4]. В западной части Оранских равнин количество атмосферных осадков не превышает 400 мм, в восточной части выпадает до 300 мм/год.

Атмосферные осадки выпадают в основном в виде дождей, но в зимнее время над горными северными районами нередко выпадает снег. Примерно раз в 10 лет его выпадает так много, что затрудняется движение транспорта и нарушается связь. Для наиболее высоких массивов Телль-Атласа и Кабилии, Ореса и даже Сахарского Атласа снег – нормальное явление зимой также в горных районах Джурджуры и Бабарана. Выпадение снега имеет существенное значение для сельского хозяйства, так как оно дополнительно увлажняет почву накануне посевных работ. В отличие от Марокко в Алжире снег не играет существенной роли в питании рек. Снежный покров обычно держится не более 5 дней в году и лишь в отдельных горных районах – до 20 и более. Опасен бывает град, выпадающий чаще всего во время гроз весной и в начале лета. Градины иногда весом 100 г и более губят посевы, убивают скот. В Сахаре количество осадков постепенно уменьшается от Алжирского Атласа к югу, в глубь пустыни, составляя в районах Тидикельта и Танезруфта 5-10 мм/год. Кроме осадков в виде дождя, выделяются «скрытые» осадки, т.е. осадки конденсации. Их величина составляет  $40-45\text{см}^3/\text{м}^2$  (или 0,045 мм) в основании дюн. При столь незначительных осадках наблюдается высокая испаряемость: в Туггурте 2818 мм, в Гардае 3851 мм, в Айн-Салахе 5171 мм.

### **1.3. Поверхностные воды Алжира**

Все реки Алжира представляют собой временные водотоки (уэды), заполняемые в сезон дождей. Реки крайнего севера страны впадают в Средиземное море, остальные – теряются в песках Сахары. Они используются для орошения и водоснабжения, для чего на них построены водохранилища и ГЭС. Только одна крупнейшая река – Шелиф является более или менее

постоянным водотоком (700 км), остальные уэды редко превышают по длине 100 км (Эль-Хамман, Иссер, Суммам, Эль-Кебир и др.). На уэдах Северного Алжира сооружены плотины, водохранилища и ГЭС. Плотина Бени-Харун является самой большой плотиной в Алжире по площади и вместимости (960 млн м<sup>3</sup>). Уэды, впадающие в Средиземное море, отличаются бурными паводками в дождливое время года. Расход воды в реках может возрастать в сотни и тысячи раз, но на короткое время. Например, на реках Шелиф и Макта, имеющих летом расходы около 2 м<sup>3</sup>/сек, максимальные расходы достигают соответственно 14000 м<sup>3</sup>/сек и 800–1000 м<sup>3</sup>/сек. Такие паводки, внезапно возникающие в течение нескольких часов, нередко приобретают характер катастроф. Они сносят плотины, разрушают мосты, заливают поселки и поля. Именно поэтому в Алжире большое внимание уделяется строительству на уэдах защитных сооружений от паводковых вод.

Особенно большим непостоянством стока и нерегулярностью паводков отличаются уэды внутренних районов Северного Алжира, которые впадают в бессточные котловины больших и малых соленых озер.

Заполняемые водой в период дождей котловины озер (себхи) превращаются в трясину или солончак в остальное время года, покрываются соляной коркой толщиной до 60 см. Крупные себхи, часто называемые на картах «шоттами» (хотя в действительности арабы издавна называли так высокие берега себх), имеют площадь в сотни и тысячи квадратных километров. Бассейн Шотта-эш-Шерги ежегодно получает за счет атмосферных осадков более 11 млрд. м<sup>3</sup> воды, которую он почти всю теряет из-за большого испарения. Существуют теоретические расчеты возможности перехвата этой воды для использования на хозяйственные нужды, но техническая реализация такого проекта трудоемка и очень дорога. В Сахаре в районах больших запасов подземных вод расположены крупнейшие оазисы. В Алжирской Сахаре нет рек, имеющих постоянный или хоть сколько-нибудь продолжительный сток, и нет ни одной реки, выходящей к морю. Все многочисленные временные водотоки тяготеют к двум главным бассейнам

внутреннего стока: Саура в западной части и Низкая Сахара в восточной. Внутри этих обширных бассейнов наблюдается несколько закрытых понижений, где происходит временная аккумуляция поверхностных вод. Наиболее крупными из них являются Танезруфт на юго-западе, район шоттов Мельгир и Меруан на северо-востоке [4].

#### **1.4. Гидрогеологические условия**

В Алжирском Атласе выделяются два вида гидрогеологических районов – горно-складчатые гидрогеологические области и артезианские бассейны. В Алжирской Сахаре, кроме того, выделяются гидрогеологические массивы и их склоны. На карте гидрогеологического районирования и в тексте принята единая последовательная нумерация гидрогеологических районов для обеих природных областей страны и зон внутри этих областей (рис. 1.5). Описание гидрогеологических особенностей Алжира дается по [4]. На территории Алжира выделено семь главных водоносных комплексов или горизонтов с неравномерной, но достаточно высокой водообильностью, позволяющей рассматривать их в качестве важного и часто единственного источника хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, сельского хозяйства или промышленности.

Согласно [4] по приуроченности к определенным стратиграфическим подразделениям – самостоятельным или сгруппированным – они получили (сверху-вниз по разрезу) соответствующие названия:

1. водоносные горизонты в аллювиальных, озерных и иных континентальных отложениях – грунтовые воды;
2. водоносный комплекс в нерасчлененных нижнечетвертичных и плиоценовых континентальных отложениях – плиоцен-нижнечетвертичный;
3. водоносный комплекс в нерасчлененных морских и континентальных отложениях миоцена и плиоцена – мио-плиоценовый;

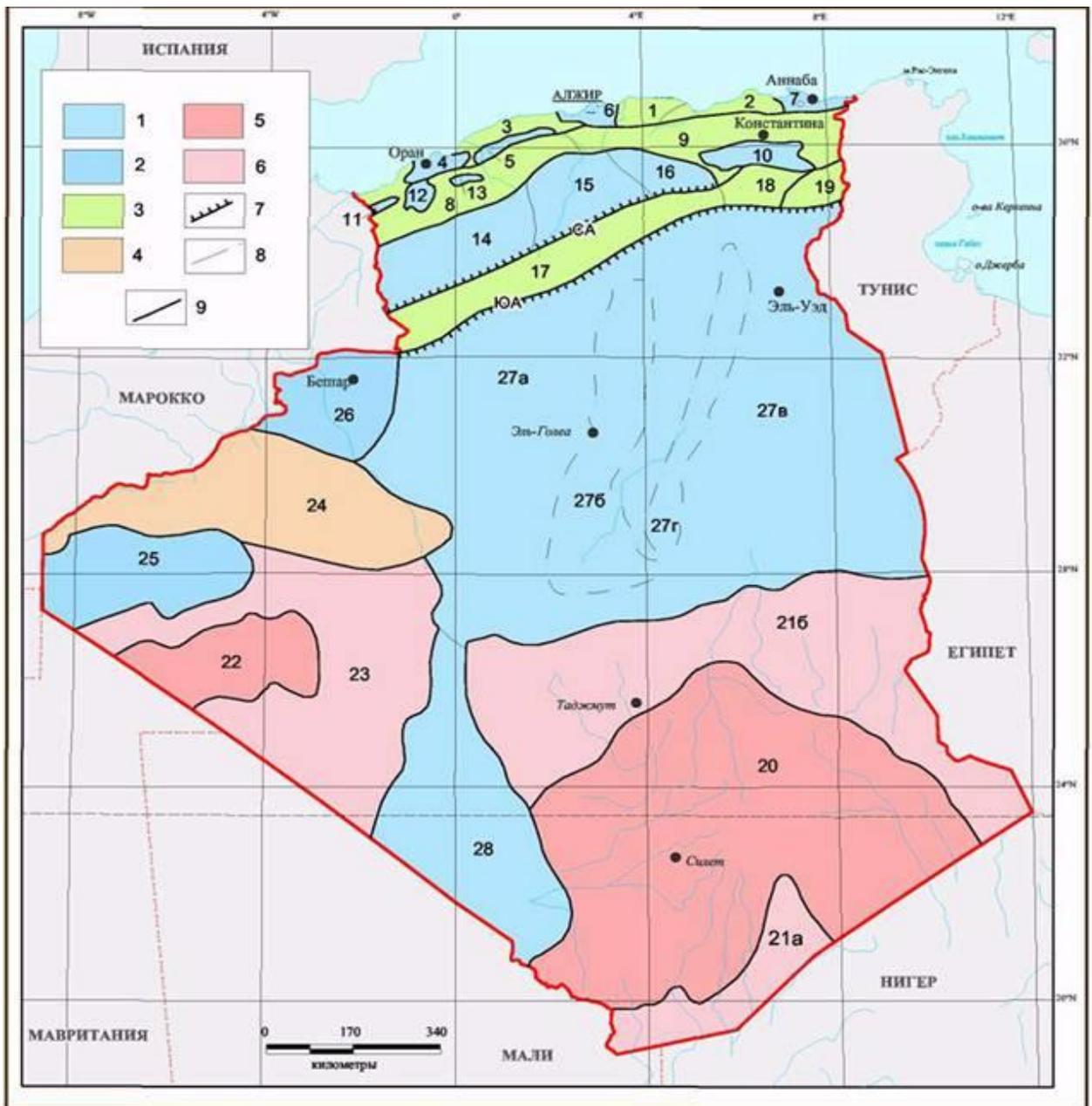


Рисунок 1.5. – Схема гидрогеологического районирования Алжира [5, 4]

*Условные обозначения:* 1 – мезо-кайнозойские артезианские бассейны, 2 – палеозойские артезианские бассейны, 3 – мезо-кайнозойские горно-складчатые области, 4 – палеозойские горно-складчатые области, 5 – докембрийские гидрогеологические массивы, 6 – артезианские склоны докембрийских массивов; 7 – основные тектонические зоны: Северо-Атласский сброс (вверху), Южно-Атласский краевой прогиб (внизу); 8 – границы гидрогеологических районов и их номера; 9 – границы зон. Для всей территории Алжира в [7] предлагается выделение следующих самостоятельных гидрогеологических районов:

*Условные обозначения:* **АЛЖИРСКАЯ САХАРА.** Гидрогеологические районы и подрайоны: 20) докембрийский гидрогеологический массив Ахаггар; 21) артезианские склоны палеозойского обрамления массива Ахаггар: а) плато Тассилин-Ахаггар, б) штате Тассилин-Аджер; 22) докембрийский гидрогеологический массив Эглаб, 23) артезианский склон палеозойского обрамления массива Эглаб; 24) горноскладчатая гидрогеологическая область палеозойских Угартских цепей; 25) артезианский бассейн палеозойской синклинали Тиндуф; 26) артезианский бассейн палеозойского синклинория Бешар; 27) Большой Сахарский мезо-кайнозойский артезианский бассейн (Алжиро-Тунисский): а) западная часть – Саура, б) центральная часть (область меловых поднятий), в) восточная часть – Низкая Сахара, г) наложенный артезианский бассейн эоценового прогиба (Уэда Гир); 28) артезианский бассейн впадины Танезруфт.

4. водоносный комплекс в нижнеэоценовых известняках – эоценовый;
5. водоносный комплекс в карбонатных верхнемеловых отложениях – наиболее обильный в туроне – верхнемеловой;
6. водоносный комплекс в нижнемеловых отложениях – самый распространенный и водообильный – нижнемеловой;
7. водоносные горизонты в юрских отложениях, распространены преимущественно в атласской части страны.

Кроме названных, выделяются еще воды в нерасчлененных палеогеновых и палеозойских отложениях, имеющие спорадическое распространение и занимающие второстепенное место в гидрогеологии страны.

#### **1.4.1. Гидрогеологические районы Алжирского Атласа**

Первая зона (согласно рис. 1.5): Горно-складчатые гидрогеологические области средиземноморского побережья: 1) Большая Кабилия, 2) Малая Кабилия, 3) Дахра (см. рис 1.5). Артезианские бассейны прибрежных равнин: 4) Оранских равнин, 5) равнины Нижнего Шелифа, 6) равнины Митиджа, 7) Аннабинской равнины.

Вторая зона: Горно-складчатые гидрогеологические области Тельского Атласа: 8) Западного Телля; 9) Восточного Телля. Артезианские бассейны межгорных равнин Тельского Атласа: 10) Возвышенных равнин Константины; 11) Северо-Тлемсенский (равнины Госельс и Абделис); 12) Бель-Аббесский (одноименная равнина); 13) Маскаринский (равнина Эгрис).

Третья зона: Артезианские бассейны Высоких равнин: 14) Шерги; 15) Шеллалинский; 16) Ходна.

Четвертая зона: Горно-складчатые гидрогеологические области Сахарского Атласа: 17) западной части Сахарского Атласа; 18) Орес; 19) восточного окончания Сахарского Атласа [4].

Ниже приведено описание некоторых гидрогеологических районов Алжирского Атласа – где автор проходил практику и района вилайи Гардая, по территории которой автор выполнял выпускную работу.

## ***1. Горно-складчатые гидрогеологические области средиземноморского побережья:***

К этой группе гидрогеологических районов относятся три горно-складчатые гидрогеологические области Алжирского Атласа. Из них две древние - Большая Кабилия и Малая Кабилия, в пределах которых обнажаются палеозойские отложения, и одна мезо-кайнозойская – Дахра.

### *Горно-складчатая гидрогеологическая область Большая Кабилия.*

В литературе, посвященной Алжиру, Большая Кабилия характеризуется как наиболее ярко выраженный самостоятельный природный район страны со строго очерченными географическими границами. Северную границу Большой Кабилии составляет береговая линия Средиземного моря от устья р. Иссер до устья р. Суммам. С запада границу очерчивает Долина Иссера, с юга и востока – долины Суммама и ее притоков, проложенные в тектонической депрессии, порожденной крупным разломом. Это – типично горные реки, прорезавшие глубокие ущелья, нередко весьма живописные, например, в районе Палестро. По краям, переходя с берега на берег и скрываясь в одном тоннеле за другим, тянется железная дорога, связывающая столицу с восточными департаментами и с Сахарой. Большую Кабилию занимают разновозрастные горы, интенсивно расчлененные водной эрозией, развитию которой благоприятствуют близость моря и внутренних понижений, большой перепад высот и обилие атмосферных осадков. В центре Большой Кабилии расположен среднегорный древний массив, отделенный от моря прибрежным низкогорным хребтом и впадиной Себау. На юге он примыкает к альпийскому высокогорному массиву Джурджура. Древний массив сложен слюдяными и серицитовыми сланцами палеозоя (местами они прорваны молодыми гранитами), прибрежный хребет и Джурджура-известняками (и частично песчаниками) юры и мела, впадина Себау и другие понижения – преимущественно глинистыми породами олигоцена. Широкое развитие карста и интенсивная трещиноватость горных пород предопределяет благоприятные условия питания атмосферными осадками подземных вод, которые

разгружаются в пониженных участках рельефа мощными источниками. Наряду с источниками большую роль в хозяйственно-питьевом водоснабжении играют колодцы в долинах рек и на склонах гор. Грунтовые воды Большой Кабилии представлены несколькими водоносными горизонтами в пределах пойм, конусов выноса, площади распространения дельтово-лагунных отложений, надпойменных террас (I, II, III, IV) рек (Иссер, Амара и др.), а также в верхней трещиноватой части коренных пород склонов и водоразделов. В Большой Кабилии, большинство рек имеет постоянный, но крайне неравномерный сток, зависящий от выпадения осенне-зимних дождей и весенне-летнего снеготаяния.

*Горно-складчатая гидрогеологическая область Дахра.*

Горно-складчатая область Дахра с массивом Милиана располагается к северу от обширной впадины Шелиффа, занимающей значительную часть нижнего течения одноименной реки, от выхода ее из горного ущелья в массиве Варсенис до плато Мостаганем. На востоке эта область граничит с прибрежной равниной Митиджа, которая отделена от впадины Шелиффа суженным продолжением массива Милиана, переходящим в горную цепь Блidsкий Атлас. На западе Дахра замыкается невысоким плато Мостаганем, прорезанным каньоном приустьевой части Шелиффа. Поверхность области, слабо расчлененная, характеризуется мягкими выположенными очертаниями с обилием неглубоких оврагов и узких долин, обращенных к морю, побережье которого здесь повсеместно скалистое. Со стороны впадины Шелиффа Дахра представляется сплошной высокой стеной, лишенной вершин и расселин, отчего она и получила свое название («дахр» по-арабски - спина). Абсолютные отметки поверхности возрастают в направлении с запада на восток от 600 до 1000 м, в массиве Милиана они достигают 1400-1500 м. Наиболее высокая восточная часть области сложена преимущественно меловыми известняками, мергелями и песчаниками, в западной части поверхность слагают породы мио-плиоцена. Количество атмосферных осадков составляет 500–600 мм/год. Некоторая часть из них идет на питание подземных вод, разгружающихся в

виде многочисленных, но, как правило, незначительных по расходам источников. Крупные источники пресных вод известны в горных ущельях, прорезающих известняковые массивы.

#### *Артезианские бассейны прибрежных равнин*

В четвертичных отложениях в пределах Оранских равнин содержатся грунтовые и напорные воды, как правило, повышенной минерализации, непригодные для хозяйственно-питьевого водоснабжения [4]. На всей площади равнины Шелиффа существуют благоприятные условия для формирования достаточно обильных артезианских вод, вскрывающих напорные водоносные горизонты в мио-плейстоценовых и меловых отложениях. Артезианский бассейн равнины Митиджа, а именно Виллафранский комплекс и современные аллювиальные отложения, являющиеся главным видом водных ресурсов на территории (используются для водоснабжения в том числе и г.Алжир) подвержены достаточно большой антропогенной нагрузке.

#### **1.4.2. Гидрогеологические районы Алжирской Сахары**

Алжирская Сахара не обладает такой ясно выраженной природной зональностью, как Алжирский Атлас. Всего в Алжирской Сахаре выделяется девять гидрогеологических районов. Гидрогеологические районы и подрайоны Алжирской Сахары (см. рис 1.5): 20) докембрийский гидрогеологический массив Ахаггар; 21) артезианские склоны палеозойского обрамления массива Ахаггар: а) плато Тассилин-Ахаггар, б) штате Тассилин-Аджер; 22) докембрийский гидрогеологический массив Эглаб, 23) артезианский склон палеозойского обрамления массива Эглаб; 24) горноскладчатая гидрогеологическая область палеозойских Угартских цепей; 25) артезианский бассейн палеозойской синклинали Тиндуф; 26) артезианский бассейн палеозойского синклинория Бешар; 27) Большой Сахарский мезокайнозойский артезианский бассейн (Алжире-Тунисский): а) западная часть – Саура, б) центральная часть (область меловых поднятий), в) восточная часть –

Низкая Сахара, г) наложенный артезианский бассейн эоценового прогиба (Уэда Гир); 28) артезианский бассейн впадины Танезруфт.

В работе описана часть Большого Сахарского мезо-кайнозойского артезианского бассейна (Алжиро-Тунисского). В этой области находится территория исследований – вилайя Гардая.

***Центральная часть Большого Сахарского мезо-кайнозойского артезианского бассейна (Алжиро-Тунисского) – область меловых поднятий.***

Поднятие Мзаб, протягивающееся в меридиональном направлении от Лагуата к Эль-Голеа, с запада ограничивается массивом песков большого западного Эрга, на востоке граница его может быть проведена по контакту с отложениями мио-плиоцена. На юге Мзаб переходит в плато Тадемаит, представляющее собой моноклираль, сложенную преимущественно карбонатными породами верхнего мела. Плато Тадемаит с юга и юго-запада обрывается высокими куэстами к равнинам Тидикельта, к востоку оно сменяется известняковым плато Тингерт [4].

Абсолютные высоты поверхности Мзаба 750-600 м понижаются в сторону Гардаи и Эль-Голеа до 450-350 м и вновь повышаются до 550-700 м на плато Тадемаит. В пределах плато Тингерт отметки поверхности колеблются в пределах 300-500 м, на общем фоне поверхности хамады возвышаются отдельные гряды с высотами 550-565 м. Поверхность Мзаба сложена сильнотрещиноватыми и закарстованными известняками верхнего мела и интенсивно расчленена эрозионной сетью. Плато Мзаб настолько изрезано уэдами, что превратилось в беспорядочное чередование хребтов и останцов. Южную часть Мизаба, отпрепарированную денудацией и нарезанную густой сетью уэдов, в Сахаре называют «шебка» [4].

К северу от Гардаи характерным элементом рельефа Мзаба является дайка, представляющая собой замкнутую котловину, в которой могут собираться воды поверхностного стока. По мнению Капо-Рея, происхождение дайка связано с активными карстовыми процессами, протекающими на

поверхности, сложенной карбонатными породами. По этим специфическим формам рельефа поднятие Мзаб условно делится на два района: на севере район дайа, на юге шебка, Известковые хамады Тадемаит и Тингерт характеризуются широким развитием куэстовых форм рельефа [4].

В гидрогеологическом отношении район меловых поднятий изучен весьма неравномерно. Основные материалы по подземным водам касаются преимущественно района Мзаб, который более населен и развит экономически. Южная часть территории (плато Тадемант и Тингерт) – это почти безжизненные пространства, которые даже кочевники посещают редко. В геологическом строении принимают участие отложения сенона и турона (преимущественно известняки и мергели) и нижнего мела (баррема-альба), представленные слабосцементированными песчаниками с прослоями глин. Подчиненное значение имеют континентальные образования неогена и четвертичного возраста.

В геологическом разрезе меловых поднятий может быть выделено три водоносных комплекса (снизу-вверх): 1) континенталь-интерколер, 2) верхнемеловых отложений; 3) отложений четвертичного возраста [4].

Водоносный комплекс континенталь-интерколер распространен на всей рассматриваемой территории, где он залегает под глинистыми отложениями сеномана, образующими выдержанный водоупор мощностью до 100 м. В Мизабе отложения континенталь-интерколер погружаются в восточном направлении от абсолютных отметок 215-230 м в районе оазисов Гардаи до абсолютной отметки минус 400 м в оазисе Гертара. Водосодержащими являются слабосцементированные песчаники или пески с прослоями глин пестрой окраски, иногда с линзами гравелитов. Содержание глин в разрезе весьма изменчиво [4].

Нижнемеловые отложения содержат напорные воды, пьезометрические уровни которых в зависимости от особенностей рельефа и гидродинамических условий нередко устанавливаются выше поверхности земли. По степени минерализации нижнемеловые воды относятся к пресным

и слабосоленоватым. По химическому составу они сульфатные, хлоридно-сульфатные или сульфатно-хлоридные, реже сульфатно-гидрокарбонатные. В северной части района между Лагуатом и оазисом Нумерат наиболее распространены воды сульфатно-хлоридного состава с повышенным содержанием гидрокарбонат-иона. С увеличением минерализации до 1 г/л и более воды становятся хлоридно-сульфатными. При этом ион хлора незначительно преобладает над сульфат-ионом. Из катионов на первом месте находится ион натрия, на втором - кальция.

Южнее Гардаи в условиях более активного водообмена распространены пресные воды, содержание плотного остатка в которых изменяется от 0,4 до 1 г/л. При минерализации более 0,4-0,6 г/л воды относятся к сульфатно-хлоридным натриево-кальциевым. Пресные воды с минерализацией до 0,4 г/л характеризуются повышенным содержанием и гидрокарбонат-иона по сравнению с ионом хлора. По мере удаления от областей питания минерализация вод значительно повышается и в районе Тидикельта достигает 2-3 г/л. Воды района Ин-Салаха относятся к хлоридно-сульфатным натриево-кальциево-магниевым. Из анионов преобладает хлор-ион – 50-60%-экв, содержание сульфат-иона изменяется в пределах 30-45%-экв [4].

Основная область питания вод нижнемелового водоносного комплекса находится в горах Сахарского Атласа. Дополнительное питание поступает из района Большого Западного Эрга, что, видимо, и является причиной некоторого опреснения нижнемеловых вод на участке Нумератт Эль-Голеа. Общее направление подземного стока вод определяется характером геологической структуры, особенностями рельефа и литологическим составом пород. Напорный градиент на участке Лагуат - Бернан равен 0,0024, между Гардая и Эль-Голеа-0,0018, а южнее между Эль-Голеа и Айн-Салахом он уменьшается до 0,0004. Общий уклон пьезометрической поверхности направлен от Сахарского Атласа к югу и востоку, что свидетельствует о

подземном стоке в двух направлениях: на восток в сторону Низкой Сахары и на юг к Туату и Тидикельту [4].

Пьезометрические уровни в районе Хасси-Рмеля и Гардаи находятся на глубине 72,9 – 91,8 м (абс. отм. 442 м), с понижением рельефа к югу от Гардаи пьезометрические уровни устанавливаются выше поверхности земли на 1-2 м. В оазисе Нумерат пьезометрический напор на скв. Дайя-Ханеш (южнее Гардаи) равен 46 м (абс. отм. 406 м) выше поверхности земли. Абсолютные отметки пьезометрической поверхности в Тидикельте составляют 279-285 м. Частичная разгрузка нижнемеловых вод происходит в шоттах в 40-70 км южнее оазиса Айн-Салах. Искусственная разгрузка подземных вод осуществляется при помощи фоггара и скважин. По данным службы инженерных исследований Алжира, в 1967 г. в Айн-Салахе расход фоггара составлял 0,5 м<sup>3</sup>/сут, а отбор из скважин - 0,75 м<sup>3</sup>/сут. Подземными водами орошалось около 1600 га пальмовых плантаций. Наряду со строительством новых водозаборов необходимо принимать действенные меры по охране подземных вод и их рациональному использованию.

Водоносный горизонт в отложениях верхнего мела (сенон и турон) представлен трещиноватыми и кавернозными известняками, распространенными на всей площади рассматриваемого района. Они слагают поверхность плато Мизаб, Тадемаит и Тингерт, прорезанную долинами многочисленных уэдов. Мощность отложений верхнего мела в Мизабе 60-150 м, в районе хамады Тингерт до 200 м [4].

В целом район меловых поднятий отличается неблагоприятными условиями для формирования ресурсов подземных вод в известняках верхнего мела. В пределах Мзаба выпадает ежегодно около 60 мм осадков. К югу их количество уменьшается до 13,7 мм (Айн-Салах, Завия-эль-Кахла), причем на плато Тингерт и плато Тадемаит осадки выпадают не каждый год. Капо-Рей, например, указывает, что в Айн-Салахе дожди не выпадают в течение 3-4 лет. Кроме того, для этих районов характерна огромная испаряемость [4].

Площади распространения известняков верхнего мела расчленены частой и глубоковрезанной сетью уэдов, что обеспечивает быстрый сток поверхностных вод и редких атмосферных осадков.

Питание верхнемелового водоносного горизонта может происходить за счет частичной инфильтрации осадков, выпадающих на площади распространения известняков и поглощения поверхностного стока уэдов со стороны Сахарского Атласа. Возможен также приток вод из горизонтов Большого Западного Эрга [4].

Водоносный горизонт в четвертичных отложениях характеризуется спорадическим распространением. Водосодержащими породами являются аллювиальные отложения узлов, песчано-глинистые осадки, заполняющие впадины дайа, и золотые пески. Грунтовые воды четвертичных отложений залегают на глубине от 1 до 30 м и более. В долинах уэдов они вскрываются колодцами на глубине от 2 до 20 метров. Эти воды характеризуются пестрой минерализацией (3-13 г/л). По типу воды хлоридно-сульфатные натриевые или натриево-кальциевые, реже хлоридные натриевые. Питание грунтовых вод осуществляется частично путем инфильтрации атмосферных осадков и поглощения поверхностного стока, однако большую роль в питании играет приток вод из напорного нижнемелового комплекса в вышележащие отложения через гидрогеологические окна. Формирование грунтовых вод песчаных массивов н определенной степени происходит путем конденсации атмосферной влаги, на что указывает снижение минерализации грунтовых вод на площади распространения золотых песков [4].

В зоне орошения одним из источников дополнительного питания грунтовых вод служат дренажные воды, а также воды, инфильтрующиеся из оросительных каналов и поступающие из скважин. Базисом стока грунтовых вод являются замкнутые депрессии – шотты [4].

#### ***Восточная часть бассейна - Низкая Сахара.***

Границы района четко выражаются в рельефе. На севере он ограничивается горами Сахарского Атласа и Ореса, на западе поднятием

Мзаб, на юге плато Тадемаит и Тингерт. Восточная краевая часть артезианского бассейна выходит за территорию Алжира и продолжается в Тунисе и Ливии.

Поверхность представляет собой обширное пониженное плато с преобладающим наклоном поверхности с юга на север. Среди пустынного плато выделяется несколько генераций эрозионно-денудационных поверхностей, сложенных породами мио-плиоцена.

Абсолютные отметки этих поверхностей колеблются от 160 до 240 м. Широко распространенной формой рельефа являются столовые останцовые поверхности «клипены», возвышающиеся над нижележащей поверхностью на 10-50 м.

С юга на север Низкая Сахара прорезается древними ложбинами стока – уздами Мья и Гир. Долины этих уздов хорошо прослеживаются в рельефе. Они открываются в область шоттов Меруан и Мельгир. Долины Мья и Гир, находящиеся гипсометрически ниже поверхности пустынного плато, где грунтовые воды залегают сравнительно близко от поверхности, издавна привлекали внимание жителей Сахары. Уже в 1 в. нашей эры в этих местах существовали оазисы и возделывались финиковые пальмы.

Юго-восточная часть Низкой Сахары занята песками Большого Восточного Эрга, простирающегося с севера на юг почти на 300 км. Характерной формой рельефа массива песков являются «сифы», представляющие собой дюны, гребни которых в плане изогнуты в виде буквы S. Группы сифов образуют цепи, гряды или массивы.

В северной части Сахары располагается обширная депрессия, оконтуриваемая примерно нулевой горизонталью. Эта депрессия занята шоттами Мельгир и Меруан. К шоттам приурочены минимальные абсолютные отметки поверхности -36 м в шотте Мельгир и -20 м в шотте Меруан [4].

Главным, а в большинстве мест и единственным источником водоснабжения в районе являются подземные воды. В Низкой Сахаре, более населенной части пустыни, для удовлетворения хозяйственных нужд в воде

бурят артезианские скважины глубиной 100-1700 м и строят шахтные колодцы. По северному краю Сахары на участке Бискра - Эль-Амри в зоне региональной разгрузки подземных вод устраивают каптажи естественных источников. [4].

Водоносный горизонт континенталь-интерколера в пределах Низкой Сахары включает отложения альба (пески, песчаники с гравием, разноцветные глины), апта (известняки, реже доломиты) и баррема (песчаники, переслаивающиеся с глинами). Рассматриваемый водоносный комплекс распространен по всей площади артезианского бассейна. В основании его лежат валанжин-юрские глины, доломиты и мергели с прослоями песка и песчаника. В кровле залегают глины, мергели, ангидриты и доломиты сеномана, а также мергелисто-глинисто-доломитовая толща вракона (верхняя часть альба), служащие водоупором.

Наиболее водообильными породами комплекса являются разнозернистые пески и песчаники альба, разделенные прослоями глин, относительное значение которых в разрезе изменчиво. По Н.В. Гуськову (1952), содержание песчаников альба в разрезе следующее (в %): Мзаб 65,9; Зельфана 50; Геррара 55; Эль-Голеа 65; Айн-Салах 60; Туат 45; Гурара 80. По данным А. Корне, пористость альбских песчаников изменяется от 20 до 30%. Мощность водоносных отложений нижнемелового комплекса в Низкой Сахаре достигает 600-800 м [4]. На всей площади Низкой Сахары континенталь-интерколера содержит высоконапорные воды со статическими уровнями выше поверхности земли. Максимальные значения пьезометрических напоров над устьем скважин отмечаются в районе оазисов Туггур, Тамерна, Мрара, где они достигают 290 м.

### **1.5 Почвы и растительный мир**

В Северном Алжире зональный тип почв — коричневые (карбонатные и выщелоченные в Тель-Атласе, серо-коричневые в полупустынных районах). Высотная поясность проявляется в вариантах коричневых и бурых лесных

почв. В предгорьях распространены массивы солончаков вокруг себх. В Сахаре преобладают щебнистые почвы субтропических пустынь, развеваемые и полужакрепленные пески.



Рисунок 1.6 – Окрестности поселения Бунура (фото google)

Растительность на побережье средиземноморского типа с преобладанием жестколистных лесов и кустарников (в основном культурная: оливковое дерево, фисташка и др.), в горах, леса из пробкового и вечнозелёного дуба, алеппской сосны, можжевельника; на плат, травянистые формации с альфой (эспарто), полынями. На Юге полупустынная и пустынная растительность.

## **2. Социально-экономическая характеристика и экологические проблемы Алжира**

Население алжирской Сахары более полувека продолжает расти быстрее, чем население северного Алжира. В настоящее время в Сахаре проживает более одного десятого алжирца по сравнению с каждым пятым накануне Независимости. Это население все больше и больше городов, и важные города больше не редкость сегодня в Сахаре. Эта эволюция в основном связана с двумя явлениями, с одной стороны, естественным приростом, который остается высоким, а с другой - с последствиями политики развития и контроля над территорией Алжирского государства, которая в значительной степени изменила экономическую динамику территорий. Но эта эволюция не однородна ни по периодам, ни по всей территории.

### **2.1. Демографическая ситуация Алжира**

На 1 июля 2017 года численность постоянного населения в Алжире достигла 41 721 000 человек. Естественный прирост, зарегистрированный в течение года, достиг 870 000 человек и составил 2,09%, что означает снижение на 0,08 пункта по сравнению с 2016 годом. Это снижение в основном связано с увеличением объема смертей. Таким образом, исходя из предположения о сохранении темпов роста, общая численность постоянного населения Алжира на 1 января 2019 года достигнет 43 миллионов человек. [8]

Учитывая растущий уровень рождаемости, доля населения в возрасте до пяти лет продолжает увеличиваться с 11,8% до 11,9% в период с 2016 по 2017 год. Аналогичным образом, доля населения в возрасте до 15 лет продолжает расти, увеличившись с 29,3% до 29,7% за тот же период. В связи с этим за период с 2016 по 2017 год доля населения трудоспособного возраста (от 15 до 59 лет) продолжает снижаться с 61,8% до 61,1%. Доля людей в возрасте 60 лет и старше за тот же период увеличилась с 8,9% до 9,1%. Численность людей в возрасте 60 лет и старше достигает 3 803 000 человек (на

163 000 человек больше, чем в 2016 году), из которых более 564 000 человек в возрасте 80 лет и старше.

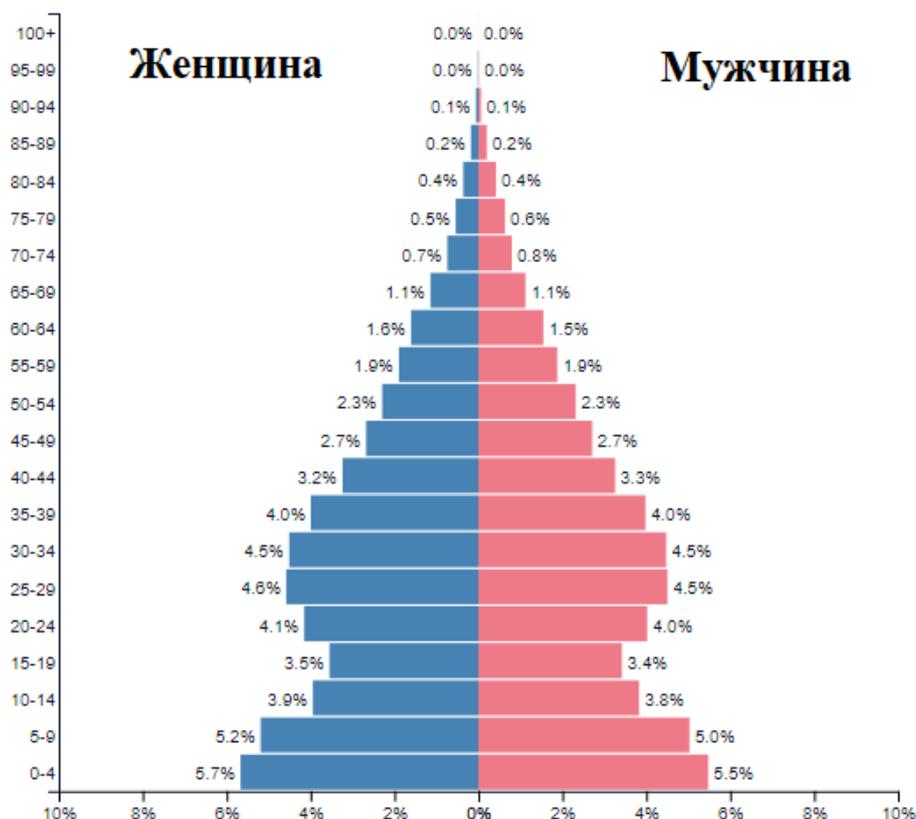


Рисунок 2.1 – Распределение населения по возрастным группам Алжира, 2017 г. по данным [9]

Эволюция возрастной структуры существенно влияет на уровень коэффициента демографической зависимости, который определяется как соотношение между населением в возрасте до 15 лет и в возрасте 60 лет и старше по отношению к населению экономическая деятельность (15-59 лет).

Это соотношение достигло 63,5 на 100 человек трудоспособного возраста, что значительно выше, чем в предыдущем году, когда было 61,8 на 100 человек трудоспособного возраста. Это увеличение в основном связано с быстрым восстановлением рождаемости, особенно после 2003 года.

На каждые 100 человек трудоспособного возраста приходится 48,6 человека в возрасте до 15 лет и 14,9 человека в возрасте старше 60 лет. Следует отметить, что, поскольку уровень рождаемости возобновился в начале 2000-х

годов, увеличение этого соотношения объясняется скорее увеличением доли детей в возрасте до 15 лет, чем ростом населения в возрасте 60 лет и старше [9].

## **2.2. Экономика Алжира**

Экономика Алжира опирается на сильный промышленный сектор, на долю которого приходится 62% ВВП, а основная экспортная продукция - нефть, природный газ, нефтепродукты и сталелитейная промышленность. Экономика Алжир привлекает 1,7 миллиарда долларов прямых иностранных инвестиций. Исследуемая территория региона Гардая известна своими богатыми традициями и историей, что делает ее второй туристической достопримечательностью в Алжире после прибрежного региона, одного из самых посещаемых районов страны, а также всемирного наследия. Государство Алжир состоит из 9 департаментов и 13 муниципалитетов.

### **2.2.1. Сельское хозяйство**

Сельское хозяйство в Алжире является стратегическим сектором национальной экономики, имеет 2,5 миллиона рабочих мест и продолжает играть важную роль в развитии экономики, поэтому правительство и население Алжира посвящает большую часть своих усилий активизации сельского хозяйства. Доля добавленной стоимости сельского хозяйства в ВВП достигла 29,3 млрд. долларов США, а орошаемые площади оцениваются в 700 000 гектаров из 8,2 млн. га. Сельскохозяйственное производство в Алжире разнообразно, но подвержено сильной изменчивости климата из года в год [10].

Регион Гардая славится своим сельским хозяйством. Наиболее важными видами деятельности являются производство разных сортов фиников с урожайностью 590 тыс. центнеров в год. Кроме того, в Гардае широко распространено выращивание овощей и злаков. Сфера туризма и традиционные отрасли промыслов считаются стратегическим сектором Гардаи с точки зрения туризма – здесь очень интересные, древние

археологические, культурные, живописные достопримечательности, которые могут быть использованы для привлечения инвестиций. [11]

### **2.2.2. Промышленность**

Алжир обладает значительными запасами полезных ископаемых, которые обычно расположены на юге. По данным алжирской Sonatrach, 67% запасов нефти и газа в Хасси-Мессауде и Вади-Мии. Газ в Хасси-Рамле и нефть в Хасси-Мессауде Илези содержат 14% запасов, а остальные распределены в нескольких областях. Нефть и газ разыскиваются в Хасси-Мессауде, Хасси-Рамле, Айн-Омнасе, Рорд-Ноусе, Тин Фойе Табенкурте, Аль-Каиси Тавиле, Хасси Беркене, Рихуде Авладе Джумаа, Тавате, Аль-Каси и Айн Салехе. Промышленность представлена компанией нефтегазового сектора (Sonatrach), заводом по изготовлению труб для нефтяной промышленности и др. [12].

Горнодобывающая деятельность в Алжире очень разнообразна: более 30 месторождений используются для различных нужд человека. Добываются железо, соль, цинк, свинец, барит, мрамор, вольфрам, золото и драгоценные металлы, такие как алмазы, драгоценные камни и редкие металлы.

## **2.3. Экологические проблемы исследуемой территории**

### **2.3.1. Сточные воды**

С расширением городов и увеличением потребления воды, запасы питьевой воды истощаются быстрее, и увеличивается объем производимых сточных вод, которые в основном сбрасываются без очистки и непосредственно в природную среду. При таком пути развития социальная и экологическая проблема неизбежна, поскольку неочищенные стоки загрязняют природную окружающую среду человека, представляя серьезные риски для здоровья.

#### ***Проблемы долины Мзаб***

Социально-экономическое развитие долины Мзаб привело к расширению сельскохозяйственных угодий и строительству нового жилья.

Неконтролируемая эксплуатация подземных вод, городские сбросы и растущая промышленность в основных уездах и их долинах изменили хрупкую экосистему долины Мзаб. Сточные воды стекают без очистки в уэд в районе Эль Аттеуф, где из-за загрязнения подземной воды заброшены несколько скважин; в некоторых местах также наблюдается появление загрязненных озер из-за повышения уровня грунтовых вод [13].

В связи с этим, Национальное управление санитарии рекомендовало, чтобы исследования системы очистки сточных вод были направлены на применение разнообразных методов и, в частности, использование естественных лагун в южных регионах страны. Преимуществами этого метода является доступная территория для малых и средних городов; благоприятный для биологической очистки климат; простая экономичная техника; очень низкое потребление электрической энергии; низкая стоимость внедрения, эксплуатации и обслуживания.

В рамках этой политики в 2012 году в долине Мзаб была построена станция очистки сточных вод (рис. 2.2), которая ставит перед собой следующие цели: уменьшить неудобства и объем сточных вод; очищать сточные воды, не изменяя качества поверхностной принимающей среды, а также поверхностных и подземных водных ресурсов.



Рисунок 2.2 – Станция очистки сточных вод в вилайе Гардая, г. Герара. [14]

Эта экологическая политика соответствует логике устойчивого развития, которая обеспечивает социальный баланс в соответствии с демографическим развитием региона с целью улучшения повседневной жизни жителей долины Мзаб [13].

### **2.3.2 Отходы потребления**

Осознавая проблемы для устойчивого развития, алжирское государство приняло стратегию сохранения окружающей среды на десять лет. Она основана на нескольких направлениях, среди прочих: сохранение воды, почвы и лесов, защита чувствительных экосистем (побережье, степь, Сахара), контроль промышленного загрязнения, управление отходами, защита природных территорий и видов животных и др.

Обращение с твердыми городскими отходами является частью Национального плана действий в области окружающей среды и устойчивого развития (PNAE-DD). В 2002 году была принята Национальная программа комплексного управления бытовыми и аналогичными отходами (PROGDEM), которая представляет собой комплексный, постепенный и прогрессивный подход к управлению бытовыми отходами. Основные направления для реализации следующие: реорганизация муниципальной администрации, ответственной за управление отходами; укрепление транспортного потенциала коммунальных служб; открытие государственной службы управления отходами для частных инвестиций; реализация программы обучения и технической помощи; создание оборудования. С 2002 года (даты начала реализации Национальной программы) произошел значительный прогресс, который привел к разработке 1223 муниципальных генеральных планов по управлению домашними хозяйствами и отходами в 1541 существующих коммунах, т.е. уровень охвата составил 79,36% всей национальной территории; завершен запуск 122 полигонов и 146 контролируемых полигонов; запущена программа по восстановлению 101 несанкционированной свалки; создано 32 пункта размещения отходов и 29 сортировочных центров; создано 26 перегрузочных станций (контрольных

точек) для экономии средств транспортировки от пунктов сбора до пунктов обработки отходов, расположенных на расстоянии более 20 км; создано 44 государственных учреждений промышленного и коммерческого характера; произведена модернизация оборудования.

### **2.3.3. Загрязнение и истощение ресурсов**

Окружающая среда страдает от пренебрежения и сталкивается со всевозможными экологическими проблемами, такими как загрязнение воздуха, воды, почвы, опустынивание, изменение климата и истощение природных ресурсов, таких как вода и ископаемое топливо. Условия окружающей среды ухудшаются, что создает серьезные экологические проблемы.

Несмотря на огромные запасы пресных подземных вод наиболее серьезной проблемой для исследуемой территории является загрязнение и истощение ресурсов подземных вод, являющихся практически единственным источником водоснабжения. Охрана окружающей среды и защита естественных мест обитания и экосистем является необходимым условием устойчивого развития, которое стремится решать экологические проблемы и минимизировать их последствия. [15]

### **3. Формирование поверхностного водного стока долины Мзаб**

Экстремальные явления погоды связаны с малыми вероятностями и обладают большой изменчивостью, но, несмотря на это, ущерб, наносимый экстремальными гидрометеорологическими явлениями, по оценкам ООН, составляет 70 % суммарного ущерба от воздействия природных катастроф и стихийных бедствий. Информацию о наводнениях в пустыне Сахара можно воспринять как нечто невозможное, но дождевые паводки в административном центре вилайи Гардая, находящемся на севере пустыни Сахара в Алжире случаются достаточно часто. Некоторые из паводков наносят серьезный социально-экономический ущерб. Примером может служить наводнение, произошедшее 1 октября 2008 г., по некоторым оценкам ущерб составил около 200 миллионов евро. За считанные часы русла уэдов – пересохших рек наполнились водой, причем в некоторых районах города глубина затопления составляла свыше 7 метров. Это повлекло за собой затопление и частичное разрушение сотен домов, снесенные мосты и размытые дороги, был нанесен ущерб сельскому хозяйству, кроме того погибло несколько десятков людей.

#### **3.1. Физико-географическая характеристика района исследований**

Мзаб – долина в северной части Сахары, административно относится к вилайе (провинции) Гардая. Вилайя Гардаия находится в 600 км к югу от столицы республики Алжир – г. Алжира.

##### **3.1.1. Административное положение вилайи Гардаия**

Вилайя Гардая располагается к северу от центра страны на севере Алжирской части пустыни Сахара, где она занимает важное стратегическое положение, которое представляет собой ворота в Сахару (рис 3.1). Общая площадь вилайи Гардая составляет 86105 км<sup>2</sup>, территория простирается с севера на юг на 450 км и с востока на запад от 200 км до 250 км. Область вилайи Гардаия пересекает национальная дорога № 1, соединяющая столицу с

Таманрассет. Вилаяя Гардая граничит с вилайетами Лагуат и Джельфа на севере, Уаргла на востоке, Таманрассет на юге, Адрар и Эль-Баяд на западе.

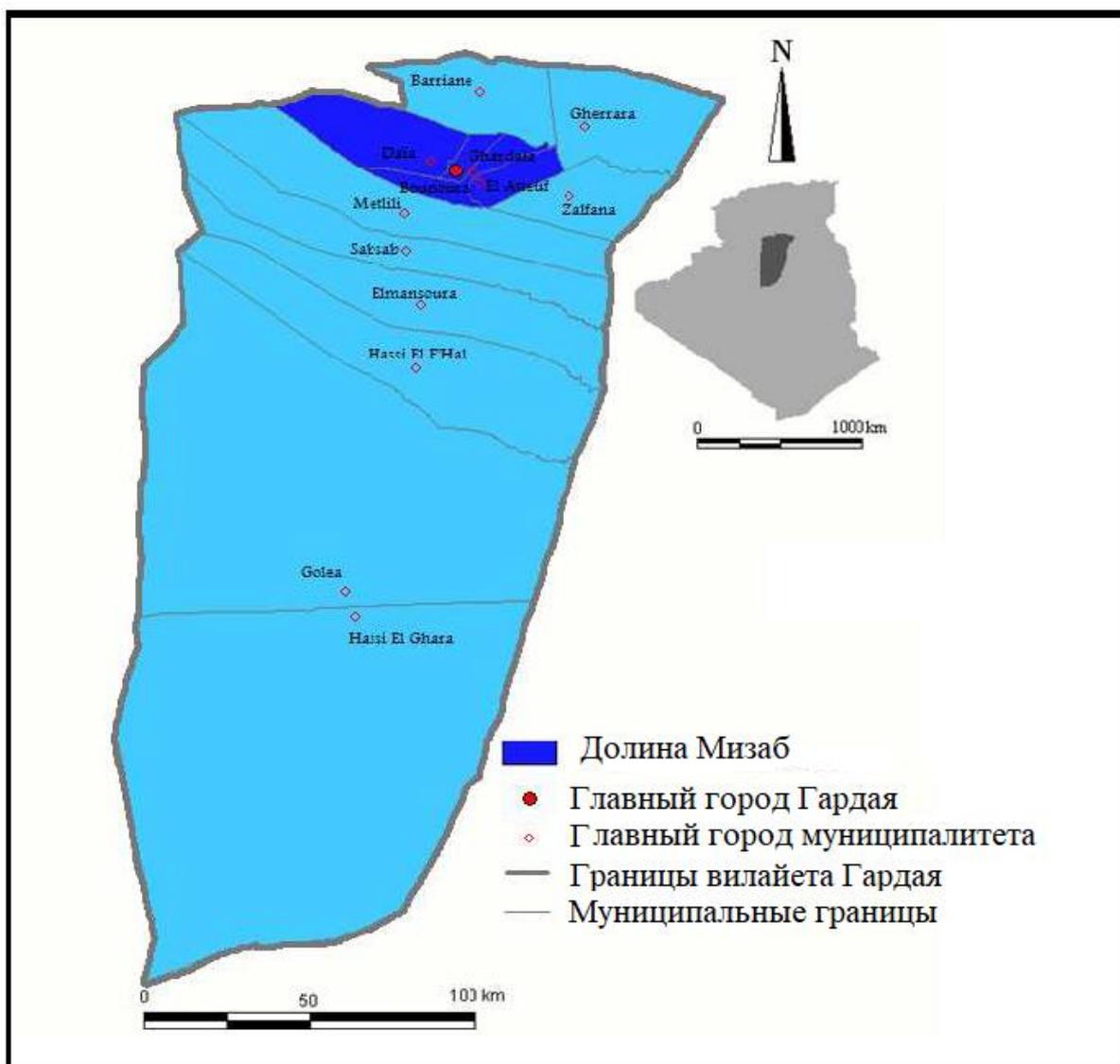


Рисунок 3.1 – Административное положение вилайи Гардаïя [16]

На территории долины Мзаб располагаются муниципальные образования Гардая (Ghardaïa), Дайя-Бен-Дахуа (Daïa Ben Dahoua), Бунура (Bouougra) (рис. 3.1). Административный центр вилайи Гардаïя (Ghardaïa) это сочетание пяти поселений – ксуров El Atteuf (Эль Аттёф), Bouougra (Бунура), Beni Isguen (Бени Исгуэн), Melika (Мелика) и Ghardaïa (Гардая) (рис. 3.2), вырезанных в холмах вокруг оазиса Мзаб в северной части Сахары. В 1982 году долина занесена в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО в качестве примера традиционного поселения, идеально приспособленного к естественному окружению. Дома высотой всего лишь в два этажа окрашены в

белый или синий цвета, имеют отдельные террасы и дворы, встроенные в холмы в виде концентрических кругов. Их связывают узкие улицы, стекающиеся к одному-единственному венчающему город минарету. Гардая отличается с тремя основными модулями:

1 Ел-Хамада: Это расширенная скалистая местность, покрытая слоем камней разного размера с острыми формами в целом и простирающаяся этот слой в восточной части и части северо-запада.

2 Ел-Ерек это область высотных песчаных дюн, принадлежащих Великой Восточной Ерек, которая занимает западные части территории.

3 Сеть: Центральная часть город, которая включает долины Мзаб, представляет собой плато, состоящее из горизонтальных слоев твердых карбонатных образований. Водная эрозия в начале четвертого периода побуждала верхние слои плато образовывать сеть плотных уэдов, которые формируются в виде притоков самых глубоких долин, таких как: долина Мзаб, долина Ел-Нисаа, долина Судан, долина Метлили и т.д. Эти уэды ориентированы на долину Уаргла, диапазоны высот между ними 100-150 м.



Рисунок 3.2 – Оазисы в долине Мзаб, Гардая ([www.google.ru/maps/](http://www.google.ru/maps/))

Так называемая сетевая часть города является отличительной топографической единицей в пустынном центре (рис. 3.2). Он расположен на скалистом плато от 300 до 800 метров над уровнем моря, в котором чередуются небольшие рифы и долины, которые соединяются друг с другом и все они осаждаются в долине Мзаб, которая проходит через узкие равнины, которые жители использовали как оазисы.

### 3.1.2. Рельеф долины Мзаб

Рельеф исследуемой территории достаточно сложен. Поднятие Мзаб, протягивающееся в меридиональном направлении от Лагуата к Эль-Голеа, с запада ограничивается массивом песков большого западного Эрга. На юге Мзаб переходит в плато Тадемаит. Абсолютные высоты поверхности Мзаба 750-600 м понижаются в сторону Гардаи и Эль-Голеа до 450-350 м (рис. 3.3) и вновь повышаются до 550-700 м на плато Тадемаит.

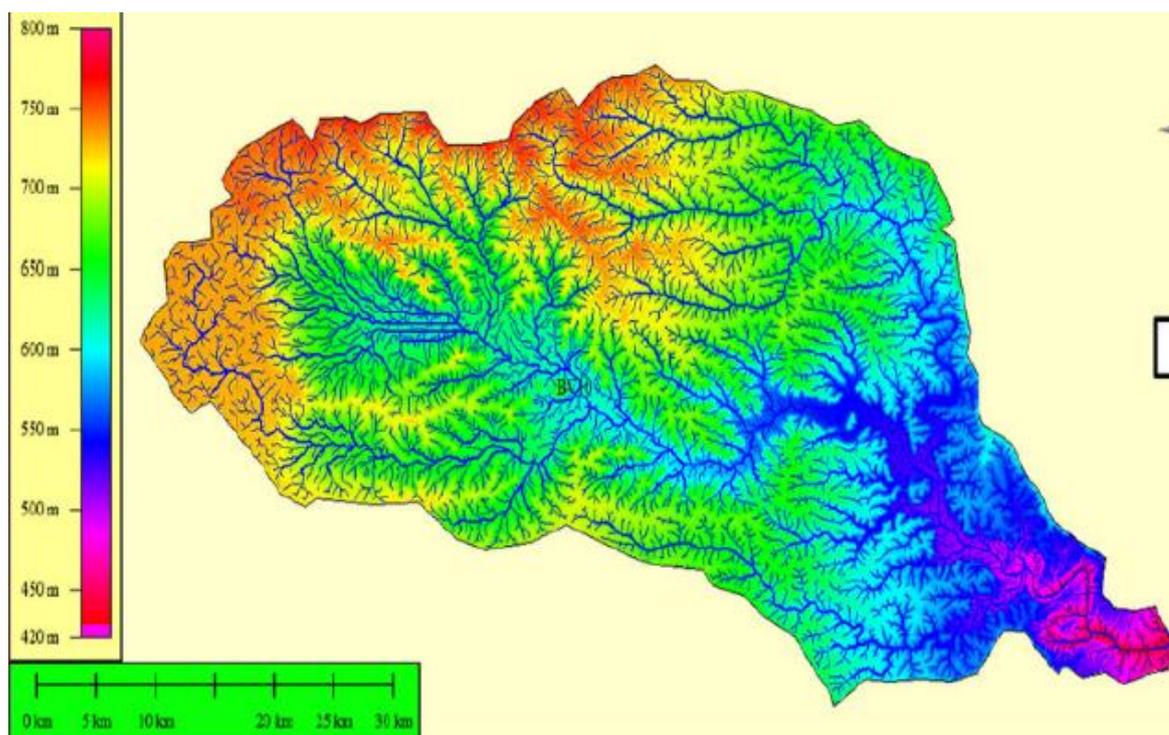


Рисунок 3.3 – Рельеф бассейна уэда Мзаб, Алжир [17]

Долина Мзаб – это название территории, расположенной к северу от пустыни и отличающейся от соседних районов своим суровым характером, ограниченной 30-32° северной широты и 3-4,30° восточной долготы. Скалистое плато Мзаб чередуется с несколькими долинами (рис. 3.4), не

превышающими глубину 100 метров, долины направлены с северо-запада на юго-восток, и заканчиваются у шотта к северо-западу от Уаргла.



Рисунок 3.4 – Характерный рельеф для вилайи Гардая – долины множества уэдов ([www.google.ru/maps/](http://www.google.ru/maps/))

К северу от Гардаи характерным элементом рельефа являются даиы, представляющие собой замкнутые котловины различных размеров, являющиеся результатом карстовых процессов, в которой могут собираться воды поверхностного стока. По этим специфическим формам рельефа поднятие Мзаб условно делится на два района: на севере район даиы, на юге шебка. Южная часть Мзаба настолько изрезана уэдами, что превратилось в беспорядочное чередование хребтов и останцов. Шебка представляет собой известняковое плато, изрезанное сетью запутанных долин древних рек, являющихся остатком гидрографической сети, которое занимает площадь около 8000 км<sup>2</sup>. Долина Мзаб является ее неотъемлемой частью. Шебка это обширная территория, ограниченная приблизительно 31°-33° с.ш. и 3°-4° в.д., где наблюдается однородная орография. Склоны долин шебки достаточно

крутые и водонепроницаемые, что способствует формированию максимальных значений стока.

### 3.1.3. Климат долины Мзаб

Долина Мзаб характеризуется континентальным климатом пустыни, сухим и жарким летом, влажность очень слабая, чтобы учитывать силу испарения в дополнение к высокой степени соляризации, вызванной малой влажностью воздуха.

Источником климатических характеристик для исследуемого района послужили данные аэропорта Гардаи – станции Нумератте (l'ONM à aéroport de Noumeratte), в 19,5 км к югу от долины Мзаб. Поскольку на водоразделах Мзаб, расположенных выше по течению от этого города, нет никакой другой метеостанции с наблюдениями. Самая удаленная граница бассейнов находится на прямой линии в 60 км к западу от Гардаи и в 120 км от Лагохата (Laghouat), где расположен Хасси Рмэль (Hassi Rmel) (имеется немного данных). Другие метеостанции в регионе относительно отдалены от Гардаи. Таким образом, Уааргла (Ouargla) находится в 160 км к юго-западу; Лагоуат (Laghouat) 170 км к северо-северо-западу; Эль Голеа (El Goléa) – 230 км; Туггурт (Touggourt) – 245 км к востоку-северо-востоку и Эль-Оуд (El Oued) 330 км восток-северо-восток.

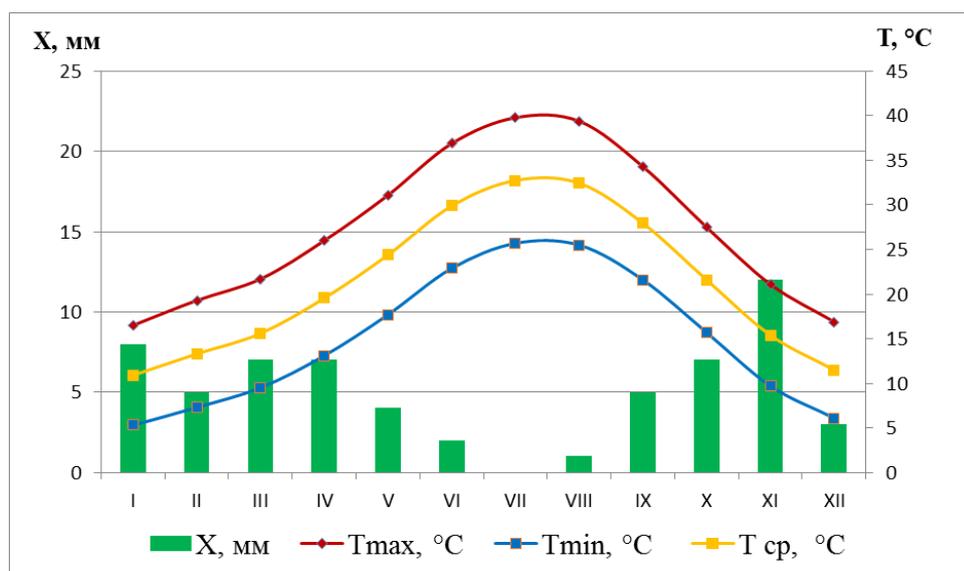


Рисунок 3.5 – Годовой ход температуры и осадков по данным метеостанции аэропорт Гардая (ONM Ghardaia) 1970-2018 гг.

Температура в январе составляет 10°C с амплитудой 12°C. Летняя температура поднимается до 33°C в июле и может достигать 41,8°C, амплитуда температуры 17°C. Для Гардаи характерен перепад температур от 0+1°C ночью до +46+50 °C днём. Одним из факторов, повышающих температуру воздуха в регионе, является природа горных массивов, которые окружают долину и образуют тепловые блоки.

Характеристика термического режима для исследуемого района за 1990-2015 гг. приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Среднемесячные, минимальные и максимальные температуры (1990-2015 гг.) [18]

Месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
T <sub>ср</sub>	27,3	22,0	15,7	11,3	10,4	12,2	16,4	20,3	24,7	29,4	33,2	31,8
T <sub>max</sub>	35,3	29,5	22,5	17,6	16,9	18,9	23,7	27,8	32,4	37,8	41,8	40,4
T <sub>min</sub>	22,9	17,9	11,4	7,2	6,1	7,6	11,3	14,9	19,2	24,1	28,2	27,3
Сезоны года	осень			зима			весна			лето		
	21,67			11,29			20,45			31,47		

Представленные данные можно интерпретировать следующим образом: среднегодовое значение за 1990-2015 гг. составляет 22,3°C; «горячий период» наблюдается с мая по октябрь, в течение которого месячные температуры превышают среднегодовое значение; «холодный» период продолжается с ноября по апрель; самая низкая среднемесячная температура наблюдается в январе 10,4°C, а самая высокая – в июле, когда она достигает 33,2°C; самые высокие амплитуды температуры встречаются летом, и составляют 13-15°C. Это одна из характерных черт климата континентальной части северной Сахары.

Относительная влажность представляет собой отношение парциального давления водяного пара к максимальному давлению, соответствующему той же температуре.

Среднегодовая относительная влажность составляет 39,2%. Среднемесячные значения колеблются от 46,6% до 58,1% в зимнее время; и с

22,9 до 26,2% летом/ Значения среднемесячной влажности обратно пропорциональны среднемесячной температуре.

Таблица 3.2 – Годовой ход относительной влажности, Гардаия (1990-2014 гг.) [18]

месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
f, %	34,5	44	52,8	58,1	56,3	46,6	40,4	34,7	29,9	26,2	22,9	24,4

Для области Гардаи характерны с одной стороны, циркуляция воздушных масс западного Средиземноморья, которые приносят влажность в Северную Атлантику, а с другой стороны, область открыта горячим ветрам Сахары (Sirocco).

Таблица 3.3 – Среднемесячная скорость ветра, Гардаия (1990-2015гг.)

месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
V (м/с)	3,6	3,2	3,3	3,5	3,6	3,7	4,4	4,8	4,5	4,2	3,6	3,3

Преобладают ветры северной четверти. Для зимы характерны холодные сухие и холодные влажные ветры северо-западного, западного и северного направления, летние ветры сухие и горячие южного направления и северо-восточной четверти, сирокко – в среднем 11 дней в году в период, который длится с мая по сентябрь. Штиль наблюдается в среднем в 25% случаев, минимальное число штилей весной, максимальное в зимний период.

Среднемесячные скорости, наблюдаемые на станции Гардаия, показывают довольно регулярное распределение между 3,3 и 4,8 м/с в течение года, что классифицирует ветра как умеренные. Самые высокие скорости наблюдаются весной с пиками в апреле.

В сухой сезон преобладает сирокко, это сухой и жаркий ветер, который иногда достигает 32 м/с и дует с континента на Средиземное море, таким образом, высушивая атмосферу. С юго-западного направления весной с марта по май наблюдаются песчаные бури. Высокие температуры и скорости ветра вызывают увеличение максимально возможного испарения (при неограниченных запасах влаги) т.е. испаряемости. Климатические данные по испаряемости в Гардае приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 – Значения средней месячной испаряемости, Гардая (1990-2015гг) [18]

месяц	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	год
Е, мм	225	143	96	59	76	102	143	188	250	310	309	276	2177

Значения испаряемости (276-310 мм) обычно высоки в июне-августе. Самые низкие значения наблюдаются в течение января (рис.3.6). В среднем за год испаряемость на станции Гардая составляет 2178 мм.

Суммы осадков в исследуемом районе значительно ниже, чем возможность их испарения. Если в холодный период года испаряемость выше количества осадков в 10-25 раз, то в жаркий период года свыше 200 раз. Водообеспеченность исследуемого района низкая.

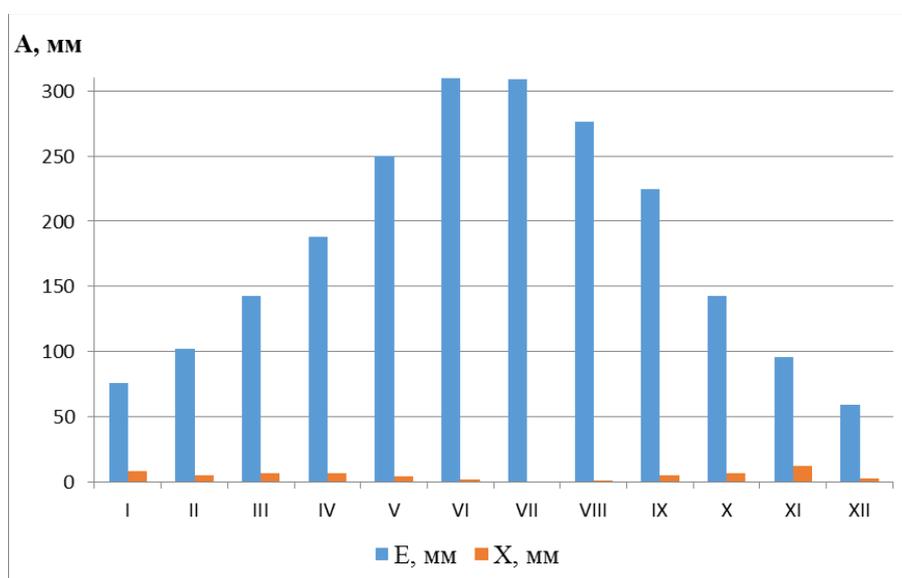


Рисунок 3.6 – Годовой ход средней суммы осадков за месяц (X, мм) и среднемесячной испаряемости (Е, мм), Гардая (2001- 2011гг) [19]

Осадки в этом районе очень слабые и нерегулярные, а годовая сумма составляет от 48,6 до 294 мм. В пределах Мзаба выпадает в среднем около 60 мм осадков в год. В среднем за год количество осадков в Гардае составляет 61 мм. При столь незначительных осадках наблюдается высокая испаряемость: в Туггурте 2818 мм, в Айн-Салахе 5171 мм. Однако, иногда случаются наводнения вследствие затяжных дождей, как, например, в октябре 2008 года или вследствие максимальных по интенсивности ливней в 2009г.

Одной из основных, самых характерных и поразительных черт исследуемого района являются очень редкие сахарские дожди,

сопровождающиеся достаточно часто градом. Ливни в Сахаре превращают широкие сухие долины в течение нескольких часов в мощные потоки. Паводки бывают очень кратковременными, но исключительно бурными и внезапными. Вода, не задерживается растительностью, не инфильтруется в почвогрунты и почти мгновенно стекает. Попробуем объяснить этот факт в общих чертах. Интенсивность осадков зависит от контрастов температуры и влажности воздуха на фронте циклона. Во время сахарских дождей горячий и сухой воздух над северной Сахарой взаимодействует с относительно холодными и влажными атлантическими воздушными массами, что вызывает интенсивную конвекцию на циклоническом фронте, и исключительной интенсивности ливни.

За интенсивные осадки в бассейне Мзаб отвечают три основных типа синоптических ситуаций (рис. 3.7). Это полярные фронты, которые поступают непосредственно с севера или северо-западного сектора, а иногда и сильные грозы, которые движутся вдоль юго-восточного сектора.

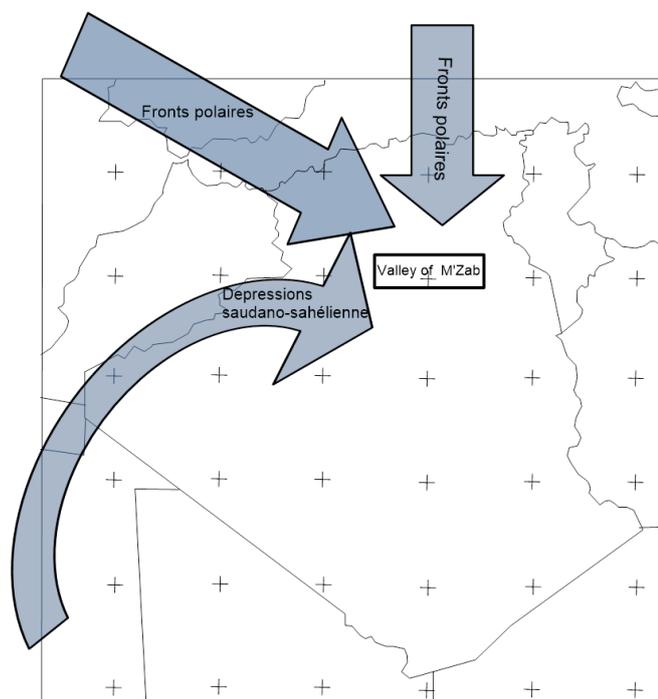


Рисунок 3.7 – Основные синоптические ситуации, приводящие к интенсивным ливням долине Мзаб, стрелками показаны направления потоков воздуха [20]

С другой стороны, это полярные фронты с запада и связанные с обширной депрессией (циклоном), центр которой перемещается из западного

Марокко на восток или на север. Это саудано-сахелианские депрессии [20]. Эти фронты сопровождаются затокком горячего и влажного воздуха из Сенегала или Мавритании. Эти системы иногда сопровождаются сильной конвекцией, вызывая осадки и редкие наводнения [20].

Опасные синоптические ситуации, вызывающие осадки в регионе, обычно связаны с перемещениями полярных фронтов и пассатами. Осадками могут быть сильные ливни. Долина Мзаб согласно Ж. Дубиф [20] расположена между 100 и 50 мм изогиями, как правило, изогия 100 мм берется как северный предел пустынь. Существенная особенность, которая возникает, широтное изменение осадков с уменьшением с севера на юг.

Согласно исследованиям [17] распределение паводков по месяцам года в течение 107 лет за период 1902-2008 гг. носит неоднородный характер. Можно отметить, что за прошедшее столетие наибольшая вероятность паводков приходится на сентябрь и апрель (рис 3.8).

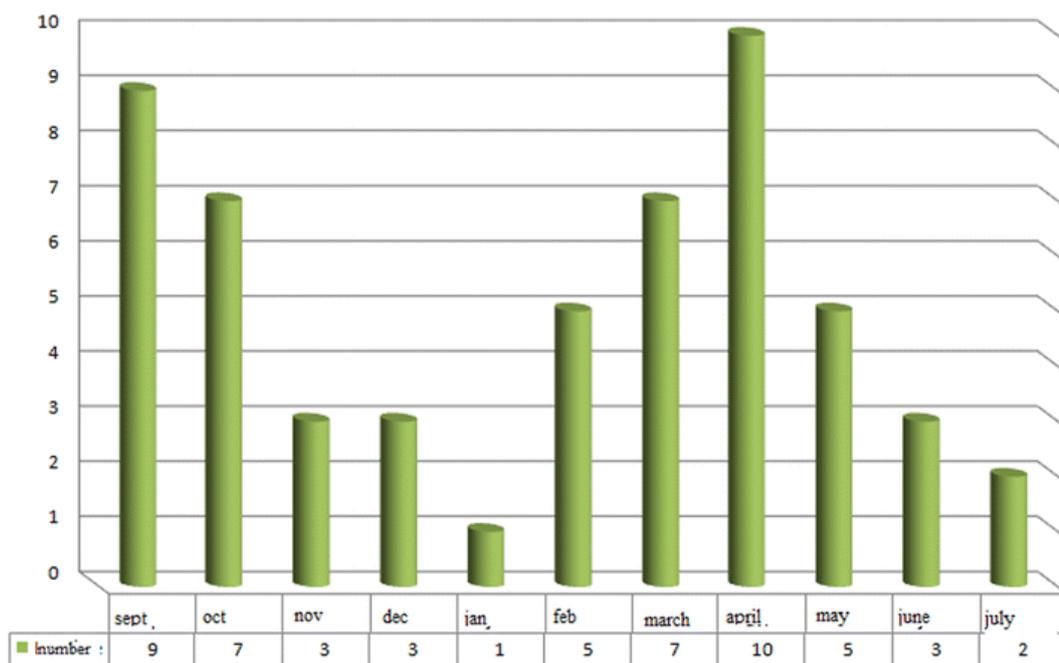


Рисунок 3.8 – Распределение паводков по месяцам года в течение 107 лет за 1902-2008 годы [17]

Количество осадков за год (рис. 3.1.9) и за сутки (табл. 3.5) в долине Мзаб изменяется также очень сильно.

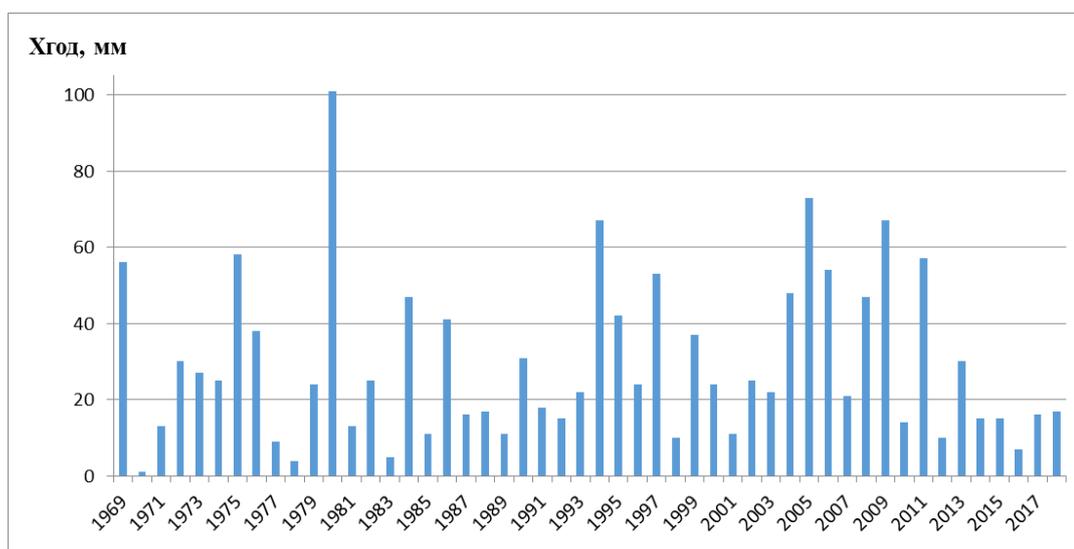


Рисунок 3.9 – Временной ход годовой суммы осадков в Гардае за период 1969-2018гг. [21]

Таблица 3.5 – Максимальные количество осадков за сутки в Гардае за период 1970-2015 гг. [22]

год	Х <sub>max</sub> , мм за сутки	год	Х <sub>max</sub> , мм за сутки	год	Х <sub>max</sub> , мм за сутки
1970	4	1986	36,6	2002	24
1971	10,5	1987	8,8	2003	44
1972	21	1988	8,9	2004	32
1973	18,1	1989	6,7	2005	7
1974	9,8	1990	27,9	2006	16,2
1975	24,7	1991	10,9	2007	10
1976	17,2	1992	12,6	2008	48
1977	17,9	1993	11,9	2009	40
1978	11,3	1994	54,8	2010	2,8
1979	18,6	1995	37	2011	50
1980	46,5	1996	13	2012	10
1981	13	1997	47	2013	5
1982	9,4	1998	4	2014	2
1983	3	1999	23	2015	3
1984	20,07	2000	18		
1985	7,87	2001	18		

Наиболее заметными пиками являются суммы годового количества осадков за 1980, 1994, 2005 и 2009 годы, а в самые «сухие» годы пики графа довольно неоднородны (1970, 1978, 1983, 1998, 2001, 2012 и 2016 годы), за исключением несколько лет с годовыми объемами осадков, близкими друг к другу. Более подробно характеристики экстремальности осадков будут рассмотрены в разделе 3.2.2.

### 3.1.4. Поверхностные воды долины Мзаб

Поверхностных водотоков нет. Для долины Мзаб характерна гидрографическая сеть, состоящая преимущественно из долин и русел пересохших рек – уэдов. В долине Мзаб выпадает достаточно большое количество осадков, что обеспечивает значительный временный сток в уэдах Мзаба. Паводки бывают в среднем каждый год или один раз в 2 года. Поскольку дождевая вода встречается редко в этом районе, она собирается в долине из разных рифов и долин, где долина Мзаб проходит с северо-запада на юго-восток (рис. 3.10). Сложной проблемой является набор акведуков, которые являются подземными глубина его воды от 30 м до 70 м. В дополнение к долинам, которые, как известно, работают только сезонно.

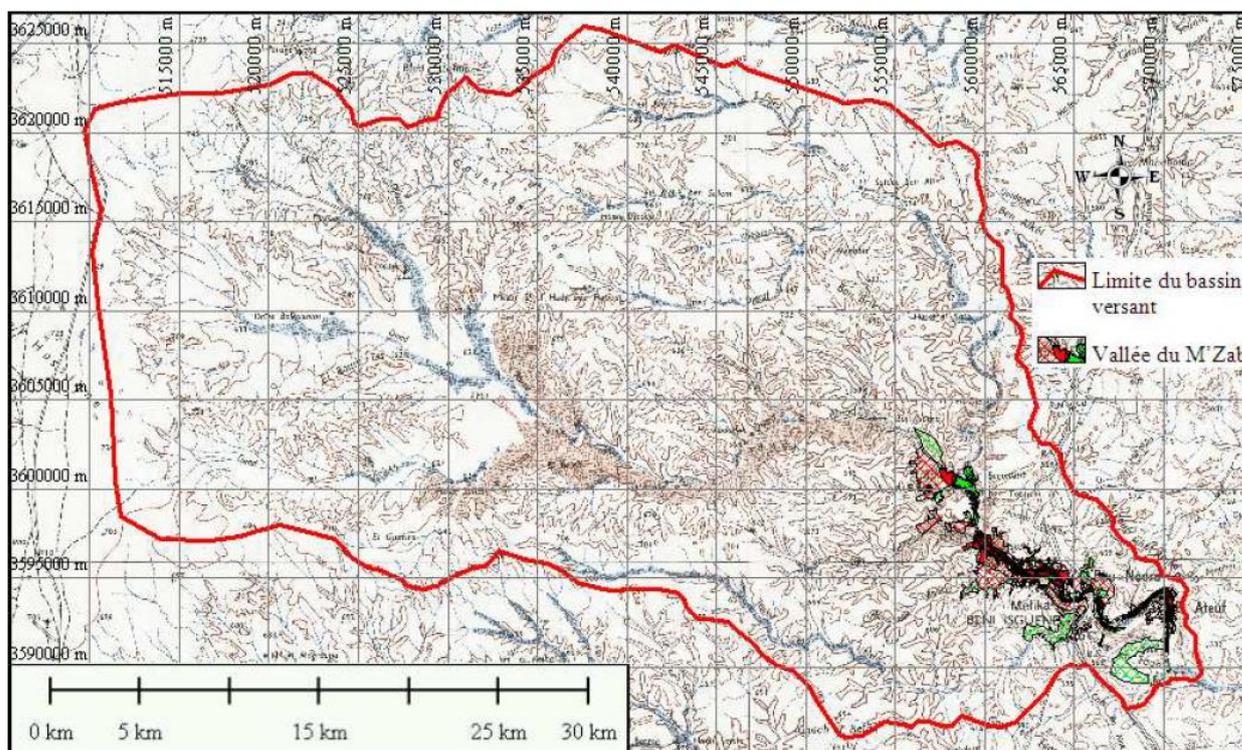


Рисунок 3.10 – Водосборная территория уэда Мзаб\* [23]

\*Обозначения: граница водораздела и долина Мзаб

Долина Мзаб расположена в пустынной зоне, характеризующейся низким количеством осадков в виде дождя, высокой температурой и сезонными ветрами. Эти факторы не помогают плотинам удерживать дождевую воду в течение длительного периода времени. Чтобы с максимальной выгодой использовать воду при регулярных затоплениях

долины Мизаб, жители придумали уникальную систему водоснабжения, построив колодцы, резервуары, дамбы, шлюзы и каналы – каждую каплю тут бережно хранят. Благодаря этому коричневая и каменистая почва бесплодной долины превратилась в зеленый оазис, наглядно демонстрируя, что даже Сахара может быть плодородной. В верхней части долины, где уэды Лаадхира (EL Naimeur); Бубрик (Bou Brayk) и Эль Абиод (El Abiod) встречаются в месте под названием «Амлага» (Amlaga) в Дайя-Бен-Дахуа, чтобы породить Уэд М'Заб (рис. 3.11) расположены три плотины мощностью около 50 млн. м<sup>3</sup>. Характеристики плотин, приведены в таблице 3.6.

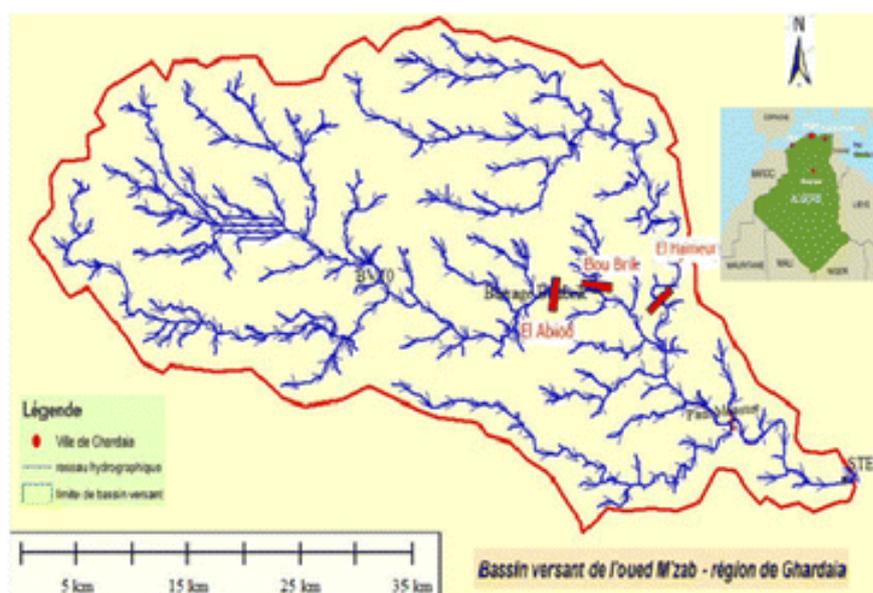


Рисунок 3.11 – Карта бассейна уэд Мзаб с защитными плотинами [17]

Таблица 3.6 – Плотины долины Мзаб

Размеры длина и высота (м)	Площадь км <sup>2</sup>	Объем воды м <sup>3</sup> *10 <sup>3</sup>	Название плотины
1100 / 16	769	27400	Эль Абиод
420 / 16	381	19600	Лаадхира
880 / 8	35	3500	Бубрик

Однако основная роль этих плотин заключается в защите долины от затопления. Эти наводнения, вызванные потоком долины Мизаб, подрывают поверхностный слой и водяные барьеры, используемые для полива полей. Эти барьеры непосредственно не орошают поля, а работают, чтобы задержать воду

до поверхностного слоя по временному фактору и свойствам почвы нейтральности и влажности, которые способствуют этому процессу, но испарение является сильным конкурентом в этом процессе.

Однако единственным источником в регионе являются подземные воды, которые возобновляются с низкой скоростью. Это требует защиты подземных и поверхностных водных ресурсов от истощения и загрязнения.

### **3.1.5. Подземные воды долины Мзаб**

Основные особенности данного района изложены в разделе 2.4.2. В гидрогеологическом разрезе может быть выделено три водоносных комплекса. Снизу вверх:

1) в нижнемеловых отложениях – Альбский ярус (ALBIENNE Continental Intercalaire – горизонт континенталь-интерколера)

2) в верхнемеловых отложениях

3) в отложениях четвертичного возраста

Нижнемеловые отложения – Альбский ярус (ALBIENNE Continental Intercalaire – горизонт континенталь-интерколера). Водоносный комплекс континенталь-интерколера распространен на всей рассматриваемой территории, где он залегает под глинистыми отложениями сеномана, образующими выдержанный водоупор мощностью до 100 м. В Мзабе отложения континенталь-интерколера погружаются в восточном направлении от абсолютных отметок 215-230 м в районе оазисов Гардаи до абсолютной отметки минус 400 м в оазисе Гертара. По степени минерализации воды относятся к пресным и слабосоленатым. По химическому составу они сульфатные, хлоридно-сульфатные или сульфатно-хлоридные, реже сульфатно-гидрокарбонатные.

Верхнемеловые отложения. Водоносный горизонт в отложениях верхнего мела (сенона и турона) представлен трещиноватыми и кавернозными известняками, распространенными на всей площади рассматриваемого района. Они слагают поверхность плато Мзаб, Тадемаит и Тингерт, прорезанную долинами многочисленных уэдов. Мощность отложений

верхнего мела в Мизабе 60-150 м, в районе хамады Тингерт до 200 м. В целом район меловых поднятий отличается неблагоприятными условиями для формирования ресурсов подземных вод в известняках верхнего мела.

Отложения четвертичного возраста. Водоносный горизонт в четвертичных отложениях характеризуется спорадическим распространением. Водосодержащими породами являются аллювиальные отложения уэдов, песчано-глинистые осадки, заполняющие впадины дайма, и золотые пески. Грунтовые воды четвертичных отложений залегают на глубине от 1 до 30 м и более. В долинах уэдов они вскрываются колодцами на глубине от 2 до 20 метров. Эти воды характеризуются пестрой минерализацией (3-13 г/л). По типу воды хлоридно-сульфатные натриевые или натриево-кальциевые, реже хлоридные натриевые. Подземные воды Боунуры - это вода низкого качества, отличающаяся чрезмерной минерализацией и химическими элементами, которые намного превышают стандарты, разрешенные Всемирной организацией здравоохранения, что может вызвать некоторые заболевания у потребителей. Обработка этих вод перед раздачей является священным долгом; с целью поддержания здоровья населения региона от нежелательного воздействия этих питьевых вод.

Таблица 3.6 – Химический состав подземных вод и сравнение с ПДК питьевого водоснабжения ВОЗ (OMS), России и Алжира

	pH	Электропроводность мкС/см	Mg <sup>++</sup> мг/л	Ca <sup>+</sup> мг/л	Cl <sup>-</sup> мг/л	Na <sup>+</sup> мг/л	K <sup>+</sup> мг/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мг/л	Щелочность (CaCO <sub>3</sub> ) мг/л
OMS	6.5-8.5	< 400	50	>200	250	200	12	<0.1	<0.1	<15
Алжир	6,5-9,0		-	200	500	200	12	0,2	0.5	65
РФ	6-9	2500	-	-	350	200	10	3	2.5	\
1 скв. Beb Elgharbi	7.95	2180	83.59	144.28	351.69	136.36	10	0	0.027	128
2 скв. Ben isguen (moumou)	7.76	1777	53.46	141.08	320.49	145.45	10	0.016	0.004	158
3 скв. Bounoura	7.42	1905	58.32	128.25	319.07	225	11	0	/	130.4
4 скв. Sidi Abaz	7.42	1905	58.32	128.25	319.07	225	11	0	/	130.4

Пополнение водоносного горизонта обеспечивается инфильтрацией паводковых вод долины и ускоряется плотинами, которые просачиваются в грунт, чтобы пополнить слой подземных вод. По данным Управления охраны и управления долины Мзаб, статистика, полученная в начале прошлого века, насчитывала около 3300 традиционных колодцев во всех долинах. В настоящее время нет реальной статистики, потому что во время наводнения в октябре 2008 года они были повреждены. Древний житель долины Мзаб разработал уникальную систему распределения гидравлической системы (фоггара), которая состоит из подземных туннелей для сбора дождевой воды, которая распределяет воду на все оазисы. [24] Согласно инвентаризации (2011), в настоящее время более 59 скважин эксплуатируют слой Альба в долине Мзаб с общим дебитом 24,90 м<sup>3</sup>/год (рис. 3.12). Объем добываемой воды распределяется следующим образом: 88% для удовлетворения потребностей населения, что составляет около 21,90 млн. м<sup>3</sup> в год, сокращено с 39 скважин. Сельскохозяйственный сектор получает выгоду от общего объема около 3 млн. м<sup>3</sup> в год, что составляет 12% от общего объема, извлекаемого в долине.

Подземные воды четвертичных отложений широко используются традиционными колодцами (рис. 3.13). Воды приурочены к песчаным аллювиальным отложениям русла уэдов, а также в верхней части долины, образованной массивным туронским известняком толщиной 110 м. Наводнения способствуют питанию источников подземных вод, но наносят ущерб оазису, домам и потерям домашнего скота. Многие скважины были затоплены песчаными отложениями во время паводка в октябре 2008 года. Поэтому нет точной статистики о реальном количестве традиционных скважин. Фактическое число, предоставленное службами муниципалитетов (но не официальными), составляет около 156, тогда как 70 скважин были локализованы с помощью GPS. Экспериментально уровень грунтовых вод может быть достигнут в среднем между 20 и 50 м вдоль долины Мзаб, но в других зонах - от 50 до 80 м, как, например, в нижнем течении Дайя-Бендауа.

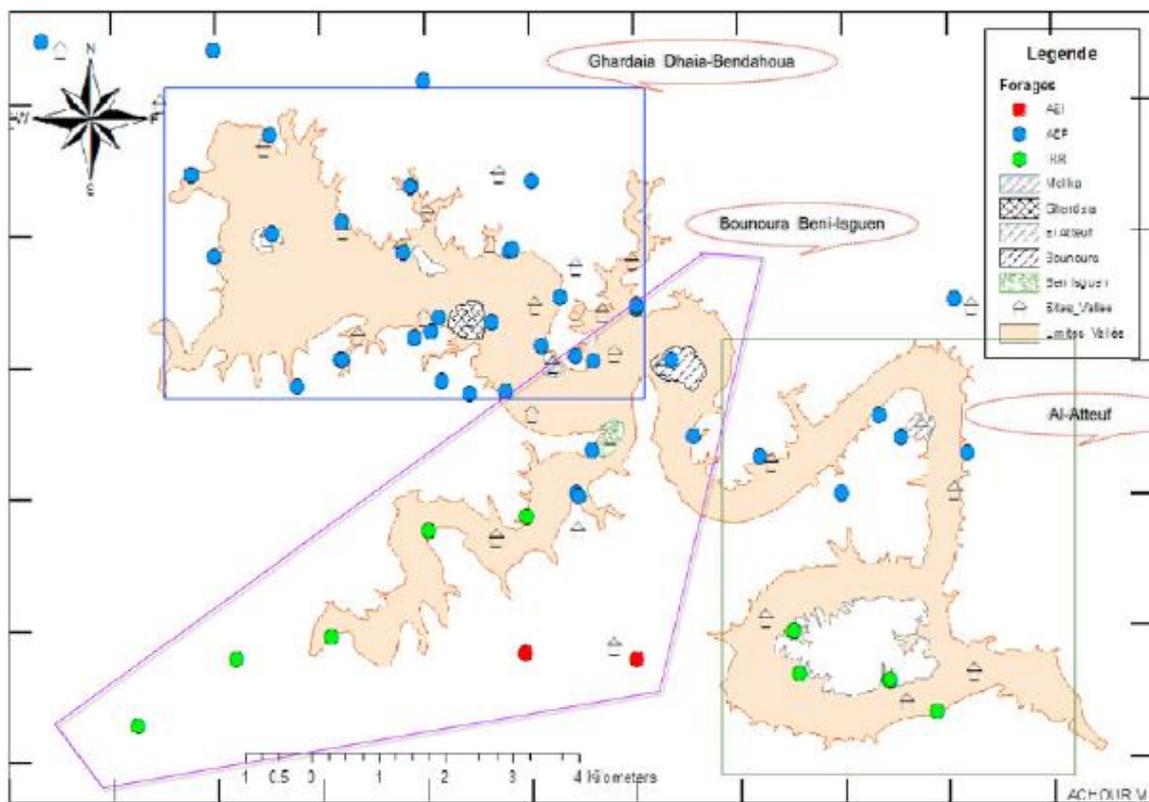


Рисунок 3.12 – Распределение скважин\* в долине Мزاب [24]

\*Красный – новые глубокие скважины; синий – питьевой, зеленый – орошение.

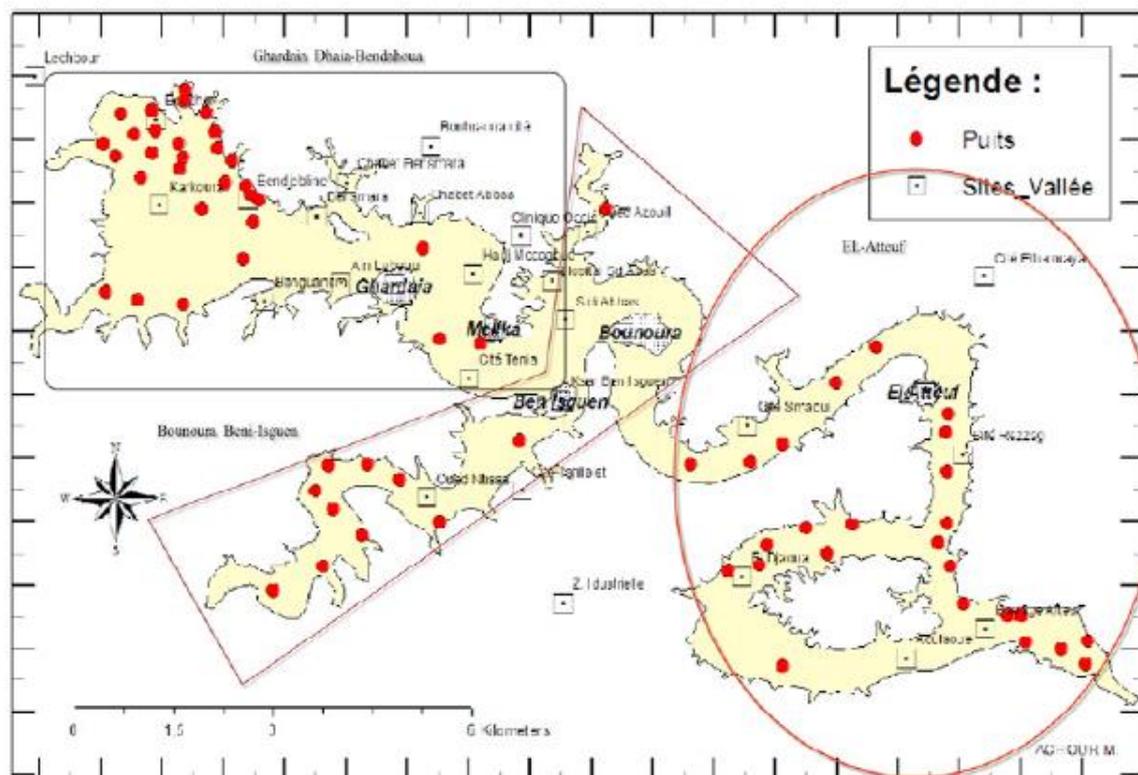


Рисунок 3.13 – Распределение колодцев (красный) в долине Мزاب [24]

## 3.2. Изучение факторов формирования поверхностного стока

В долине Мзаб нет постоянных водотоков, есть только уэды – русла временных водотоков, паводки в которых могут возникать раз в несколько лет и иметь различную интенсивность и различные социально-экономические последствия. Один из примеров – это проливной дождь, названный местными жителями «река цунами», начался в понедельник, 29 сентября 2008 года, после 4 лет засухи, продолжался с различной интенсивностью два дня и 1 октября выпало почти 150 мм за 1 час. Основные три уэда были заполнены водой, это произошло впервые за 70 лет, обычно заполняется водой только один из трех уэдов.

### 3.2.1. Материалы и методика исследований

Основой работы послужили данные о месячных суммах осадков за период 1969-2018 гг., максимальных суточных суммах осадков за 1970-2015 гг. были использованы:

- данные муниципалитета Гардая.
- данные метеорологической службы Алжира.
- данные DWD (база данных немецкой службы погоды).

Для описания режима и характеристик атмосферных осадков на территории исследований был произведен выбор функции распределения. Выбор типа функции распределения осуществляется на основании результатов анализа согласия теоретической и эмпирической кривых с учетом физических особенностей случайной величины при соблюдении условия случайности и однородности. Эмпирическую ежегодную вероятность превышения (обеспеченность)  $P_e^*$  (%) гидрологической характеристики  $\Phi$  определяют по формуле:  $P_e^* = 100 \cdot m / (N + 1)$ , где  $m$  – порядковый номер членов ряда гидрологической характеристики, расположенных в убывающем порядке;  $N$  – общее число членов ряда.

Для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения ежегодных вероятностей превышения в гидрологических

расчетах на территории Российской Федерации, как правило, применяют трехпараметрические распределения: Крицкого–Менкеля при любом отношении коэффициентов асимметрии и вариации  $C_s/C_v$ , распределение Пирсона III типа при  $C_s/C_v \geq 2$ , лог-нормальное распределение при  $C_s \geq (3C_v + C_v^3)$  и другие распределения, имеющие предел изменения случайной переменной от нуля или положительного значения до бесконечности.

Параметры распределений Крицкого–Менкеля и Пирсона III типа – среднее многолетнее значение (среднее арифметическое), коэффициент вариации  $C_v$ , отношение коэффициента асимметрии к коэффициенту вариации  $C_s/C_v$  – устанавливают по рядам наблюдений за рассматриваемой гидрологической характеристикой методом приближенно наибольшего правдоподобия и методом моментов. В настоящее время наиболее удобен для использования метод моментов [25]:

$$\Phi = \frac{\sum_{i=1}^N \Phi_i}{N} \quad (1) \quad C_v^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (k_i - 1)^2}{N - 1}} \quad (2) \quad C_s^* = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N (k_i - 1)^3}{C_v^* \cdot (N - 1) \cdot (N - 2)} \quad (3)$$

где  $\Phi$  – рассматриваемая гидрологическая характеристика (расход воды);  $\bar{\Phi}$  – среднее арифметическое;  $k_i$  – модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики ( $k_i = \Phi_i / \bar{\Phi}$ );  $C_v^*$  и  $C_s^*$  – смещенные оценки коэффициента вариации и асимметрии соответственно. При  $C_v^* < 0,6$  и  $C_s^* < 1,0$  коэффициенты вариации и асимметрии допускается определять по формулам (3,4) без введения поправок на смещенность.

Смещенная оценка коэффициента автокорреляции  $r^*$  определяется по формуле (4), несмещенная оценка – по формуле (5):

$$r^* (1) = \frac{\sum_{i=2}^N (\Phi_i - \Phi_1) \cdot (\Phi_{i-1} - \Phi_2)}{\sqrt{\sum_{i=2}^N (\Phi_i - \Phi_1)^2 \cdot \sum_{i=1}^{N-1} (\Phi_i - \Phi_2)^2}} \quad (4)$$

$$r(1) = -0,01 + 0,98 \cdot r^*(1) - 0,06 \cdot r^*(1)^2 + \left( \frac{1,66 + 6,46 \cdot r^*(1) + 5,69 \cdot r^*(1)^2}{N} \right) \quad (5)$$

где  $\Phi_1 = \frac{\sum_{i=2}^N \Phi_i}{N-1}$ ,  $\Phi_2 = \frac{\sum_{i=1}^{N-1} \Phi_i}{N-1}$ .

### 3.2.2. Характеристики бассейна Мзаб

Долина Мзаб происходит в результате слияния долин трех важных уэдов: Эль Абиод (El Abiod); Лаадхира (EL Haimeur); Бубрик (Bou Brayk) (рис. 3.2.1). Наибольший вклад в формирование поверхностного стока по данным [21] вносят уэды Эль Абиод (49%) и Лаадхира (23%).

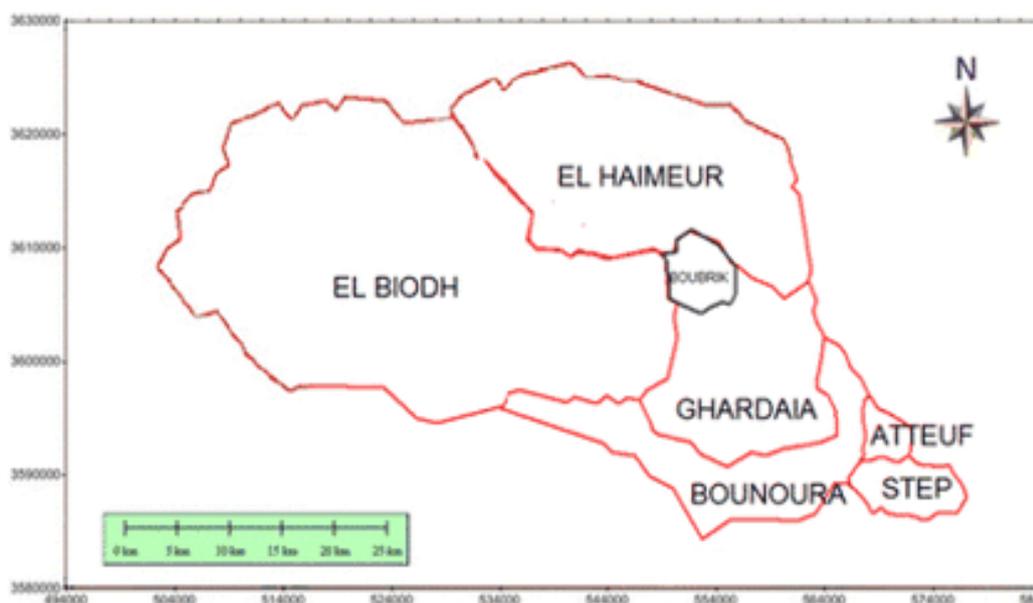


Рисунок 3.14 – Подбассейны уэда Мзаб [17]

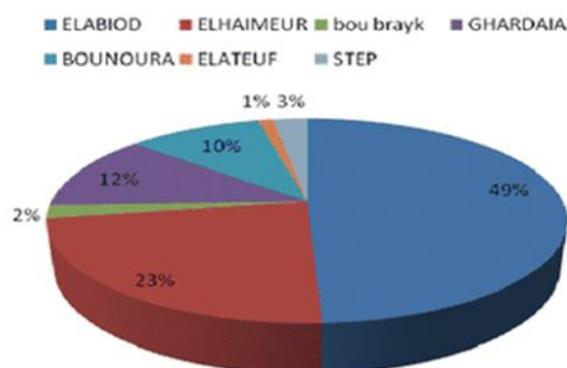


Рисунок 3.15 – Доля стока подбассейнов уэда Мзаб в процентах [17]

Площадь бассейна М'Заб, составляет по данным одних авторов [26] 1573 км<sup>2</sup>, по данным [17] 1670 км<sup>2</sup>. Причина несоответствия заключается в

учете различной площади бассейна Эль Абиод (El Abiod) 766 км<sup>2</sup> в [26] и 822 км<sup>2</sup> в [17], кроме того при площади 1573 км<sup>2</sup> до Эль-Аттеуф не учитывается бассейн Степ (Step 43 км<sup>2</sup>). Бассейн Мзаб можно подразделить на 23 элементарных суббассейна (рис 3.15), которые объединены в подбассейны, сгруппированные в месте их слияния в уэд М'Заб (рис.3.14).

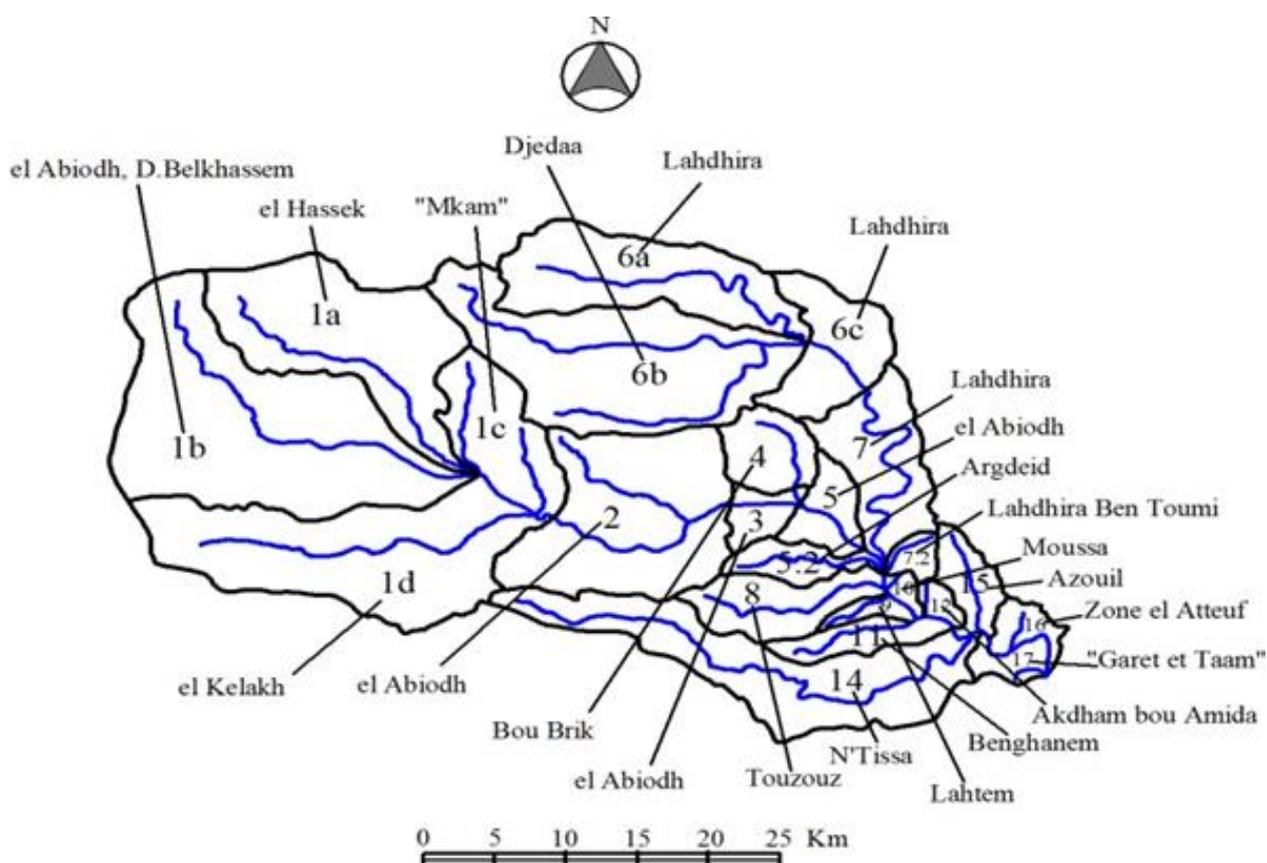


Рисунок 3.16 – Суббассейны уэда Мзаб [26]

Морфометрические параметры подбассейнов, входящих в бассейн уэда Мзаб приведены в таблице 3.7, а характеристики бассейна уэда Мзаб в таблице 3.8.

На рисунке 3.17 приведена гипсографическая кривая водораздела бассейна уэда Мзаб, которая дает представление о доли площадей бассейна, заключенных в определенном интервале высот и может оценить эрозионный потенциал бассейна.

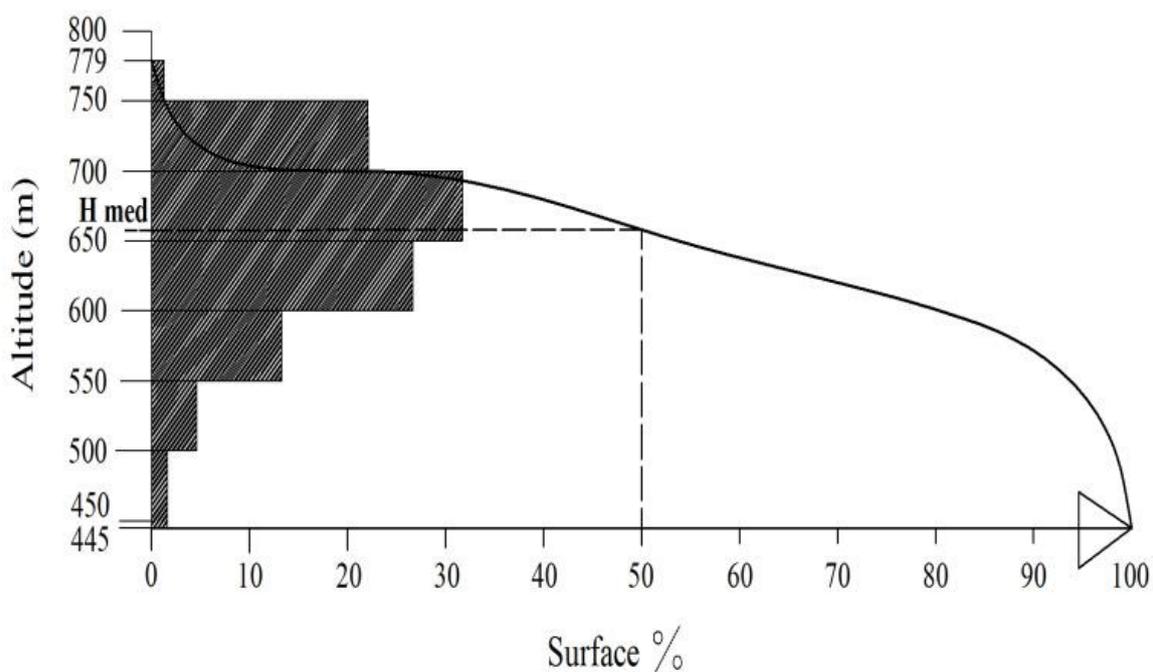


Рисунок 3.17. – Гипсографическая кривая бассейна уэда Мзаб [27]

Таблица 3.7 – Морфометрические параметры подбассейнов, входящих в бассейн уэда Мзаб [17]

Подбассейн	Периметр (км)	Площадь (км <sup>2</sup> )	Индекс компактности и (КС)	Эквивалентная длина (км)	Эквивалентная ширина (км)
EL Naimeur	91	386	1.30	33.74	11.44
BOU Brayk (фр. Boubrik)	24	35	1.14	6.66	5.26
EL BIODH (фр. El Abiodh)	132	822/ 766	1.29	48.63	16.90
Ghardaia	64	198	1.27	23.26	8.51
Bounoura	100	168	2.16	45.99	3.65
El Atteuf	18	18	1.19	5.87	3.07
Step	29	43	1.24	10.17	4.23
Бассейн уэда Мзаб	202	1670	1.38	79.20	21.09

Таблица 3.8 – Характеристики бассейна уэда Мзаб [17]

Характеристика	Параметр	Ед.изм	Обозначение	Значение
Морфология бассейна	Площадь	км <sup>2</sup>	A	1670
	Периметр	км	P	202
	Индекс компактности	–	K <sub>c</sub>	1.38
	Эквивалентная длина	км	L	79.20
	Эквивалентная ширина	км	l	21.09
Рельеф	Максимальная высота	м	H <sub>max</sub>	762
	Минимальная высота	м	H <sub>min</sub>	432
	Средняя высота	м	H <sub> moy</sub>	639
	Уклон склонов долины	%	I <sub>p</sub>	5.19
	Общий индекс уклона	%	I <sub>g</sub>	3.71
	Удельная высота	м	D <sub>s</sub>	355
Гидрографическая сеть	Длина основного тальвега	км	L <sub>p</sub>	95
	Густота речной сети	км/ км <sup>2</sup>	D <sub>d</sub>	0.218
	Время добегания	ч	T <sub>c</sub>	23

### 3.2.3. Характеристики атмосферных осадков в долине Мзаб

Основной фактор наводнений это редко повторяющиеся дожди с максимальной интенсивностью. Осадки характеризуются неравномерным распределением в течение года (рис. 3.18) и большой изменчивостью от года к году. Для описания режима осадков более информативными являются модальные, медианные и максимальные значения сумм осадков, чем средние характеристики.

Сумма осадков за месяц может составлять 50-80% от годовой суммы осадков и выпадать в течение 1-2 дней, свыше половины годовой суммы может выпасть за несколько часов.

Характерной особенностью долины Мзаб, является высокая доля (0,3-0,4 до 0,83) осадков за месяц по сравнению с суммой за год. Следует учесть, что количество дней с осадками составляет 1 - максимум 3 дня в месяц. Следовательно, свыше 80% годовых осадков может выпасть за один день.

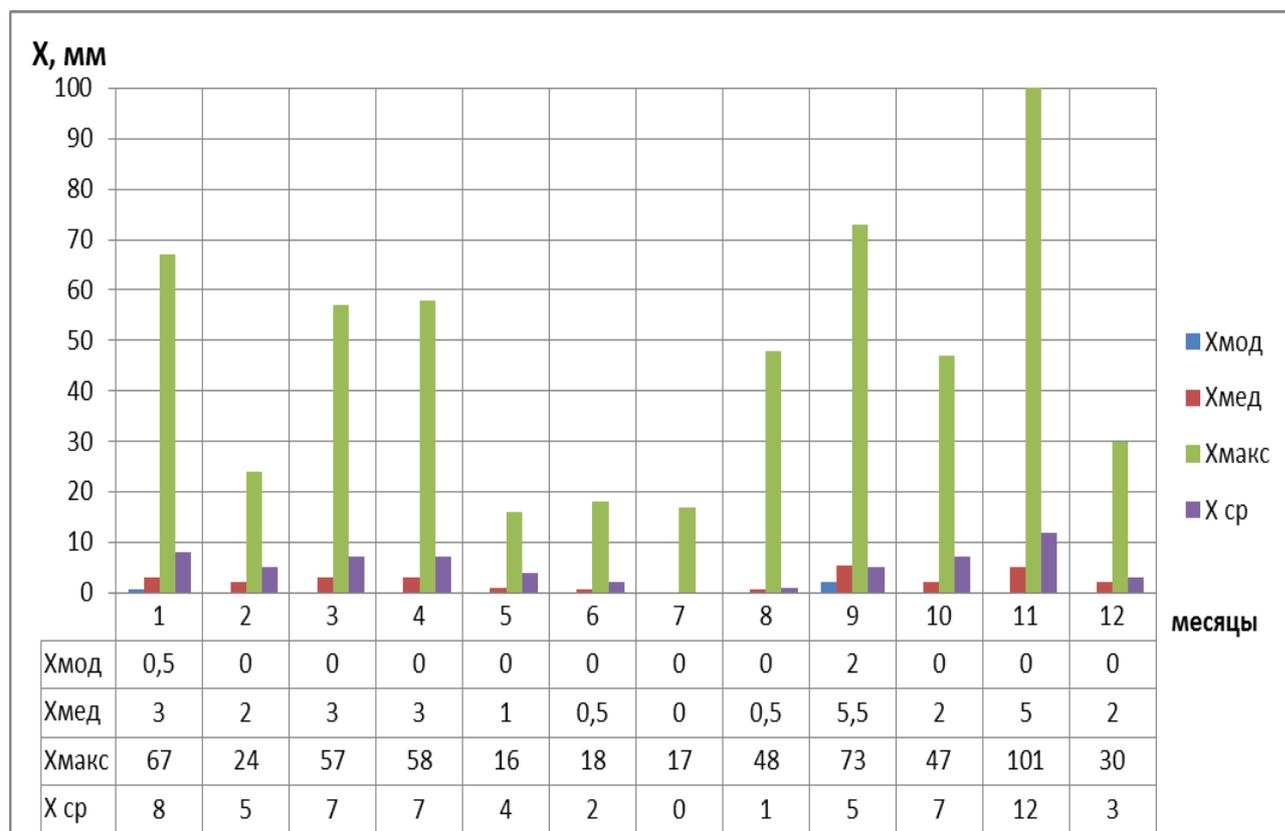


Рисунок 3.18. – Годовой ход максимальных, средних, модальных и медианных сумм осадков в долине Мзаб, по данным [21] за 1970-2018 гг.

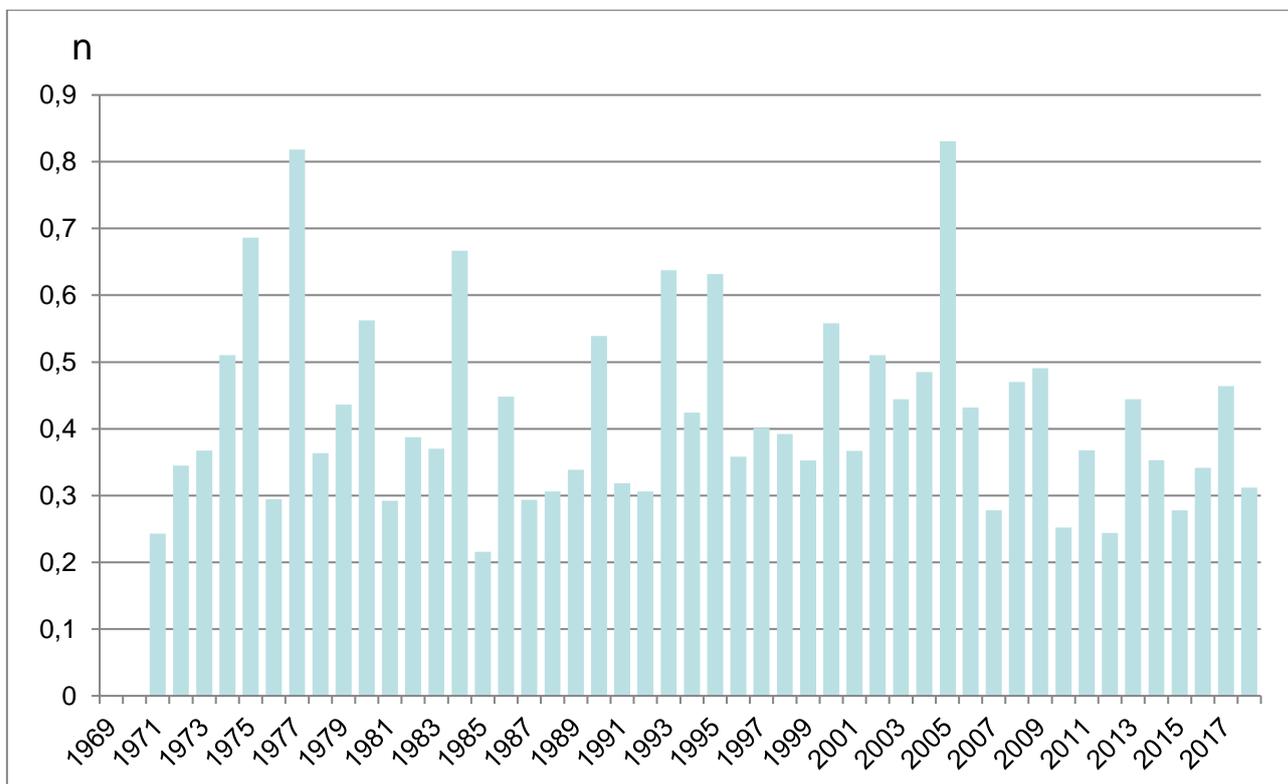


Рисунок 3.19. – Временной ход экстремальности осадков ( $n = X \text{ max} \text{ месяц} / X \text{ год}$ ) по данным [21] за 1970-2018 гг.

***Проверка соответствия эмпирической и теоретической кривой распределения вероятностей для ряда максимальных осадков***

Для проверки соответствия эмпирической и теоретической кривой распределения вероятностей были использованы данные о максимальных месячных суммах осадков за каждый год исследуемого периода (1970-2018гг.)

С помощью программы Excel и согласно методическим указаниям [25], рассчитали для всего ряда значений:

- объем выборки  $N=50$ ;
- среднее арифметическое = 29.28 мм;
- стандартное отклонение (функция «СТАДОТКЛОН» в Excel) = 21.168мм;

2.Затем мы могли вычислить теоретическую обеспеченность  $R_t$  для каждого значения максимальных месячных сумм осадков по таблице трёхпараметрического распределения Крицкого – Менкеля с учётом вычисленных коэффициентов вариации и асимметрии, но, мы предположили,

что нормальное распределение и рассчитали, используя функцию ExcelНОРМ.РАСП.

3. Затем вычислили эмпирическую обеспеченность максимальных месячных сумм осадков по формуле:  $P^*e=100m/(N+1)$ , где  $m$  – порядковый номер расхода воды в ранжированном ряду;  $N$  – объём выборки.

4. Затем построили эмпирическую и теоретическую кривую обеспеченностей максимальных месячных сумм осадков (ось абсцисс – максимальных месячных сумм осадков; ось ординат – обеспеченность), (рис. 3.19).

5. Затем построили эмпирическую и теоретическую кривую обеспеченностей натурального и десятичного логарифма максимальных месячных сумм осадков (ось абсцисс – максимальных месячных сумм осадков; ось ординат – обеспеченность). Результаты представлены на рис. 3.21.

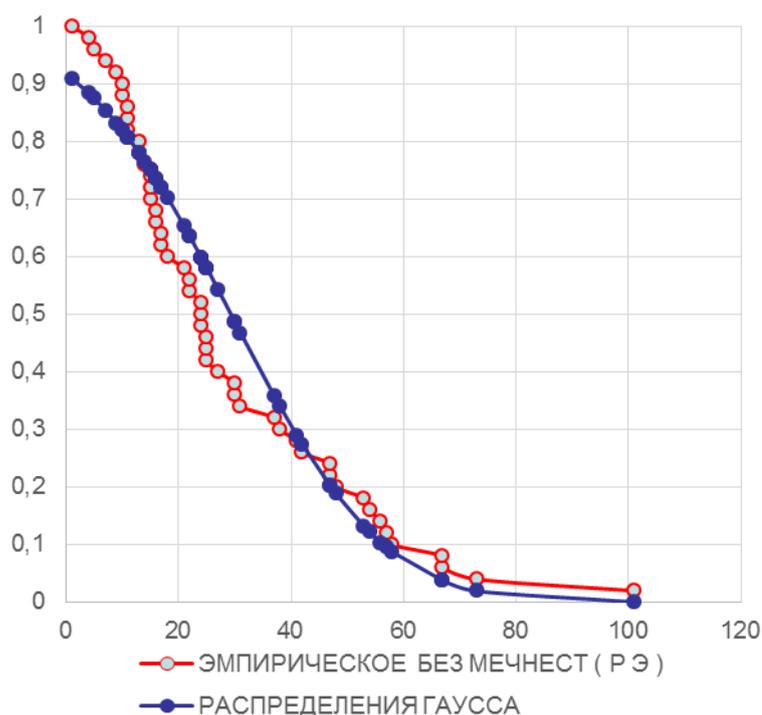


Рисунок 3.20. – Эмпирическая и теоретическая кривая распределения обеспеченностей значения максимальных месячных сумм осадков

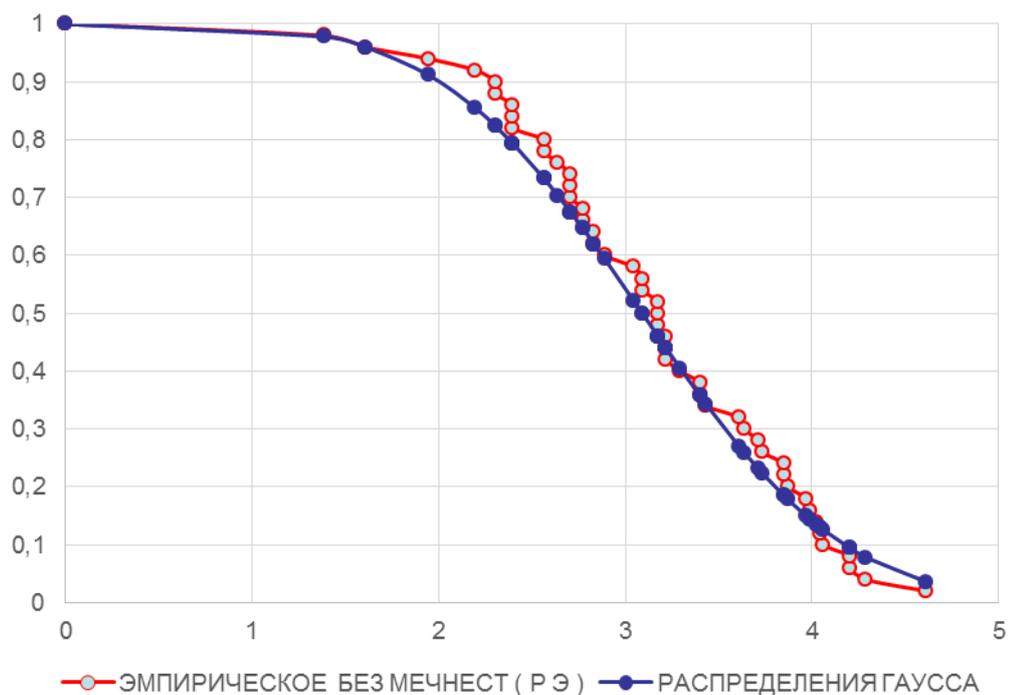


Рисунок 3.21. Эмпирическая и теоретическая кривая распределения обеспеченностей значения десятичного логарифма максимальных месячных сумм осадков

В результате мы смотрим, статистическое распределение сумм осадков за год и максимальных осадков за месяц не является нормальным, это подтверждается проверкой соответствия эмпирической и теоретической кривой распределения вероятностей для рядов осадков. Близким к нормальному распределению является распределение натуральных и десятичных логарифмов сумм осадков.

### 3.3. Причины катастрофического наводнения в 2008 г в г. Гардая

Редко повторяющиеся дожди с максимальной интенсивностью в основном являются основными причинами наводнений. В городской местности, где есть препятствия нормальному потоку (стоку) осадков при очень высоких расходах, это обязательно приводит к катастрофическому повышению уровней воды, которое усиливает оползни. Уплотнение почвы из-за урбанизации и заблокированные канализационные сети также являютсяотягчающим фактором, затрудняющим решение проблемы.

Другим опасным фактором является массовое движение, которое производят оползни, способные перемещать нескольких десятков миллионов кубических метров всего за несколько часов. Эти сбросы осадка уничтожили все сети канализации и усугубили катастрофическое состояние во время наводнения.

В октябре 2008 г. в долине Мизаб в г. Гардая произошло наводнение, повлекшее за собой не только повышение уровня воды свыше 7 метров (рис. 3.22), внезапное затопление большой густонаселенной территории (рис. 3.23, 3.24) унесшее свыше 45 человеческих жизней.

Среди причин наводнений – поспешные решения по реализации важных проектов, таких как инфраструктура, канализационные сети, дренаж и дороги, без проведения углубленных исследований.

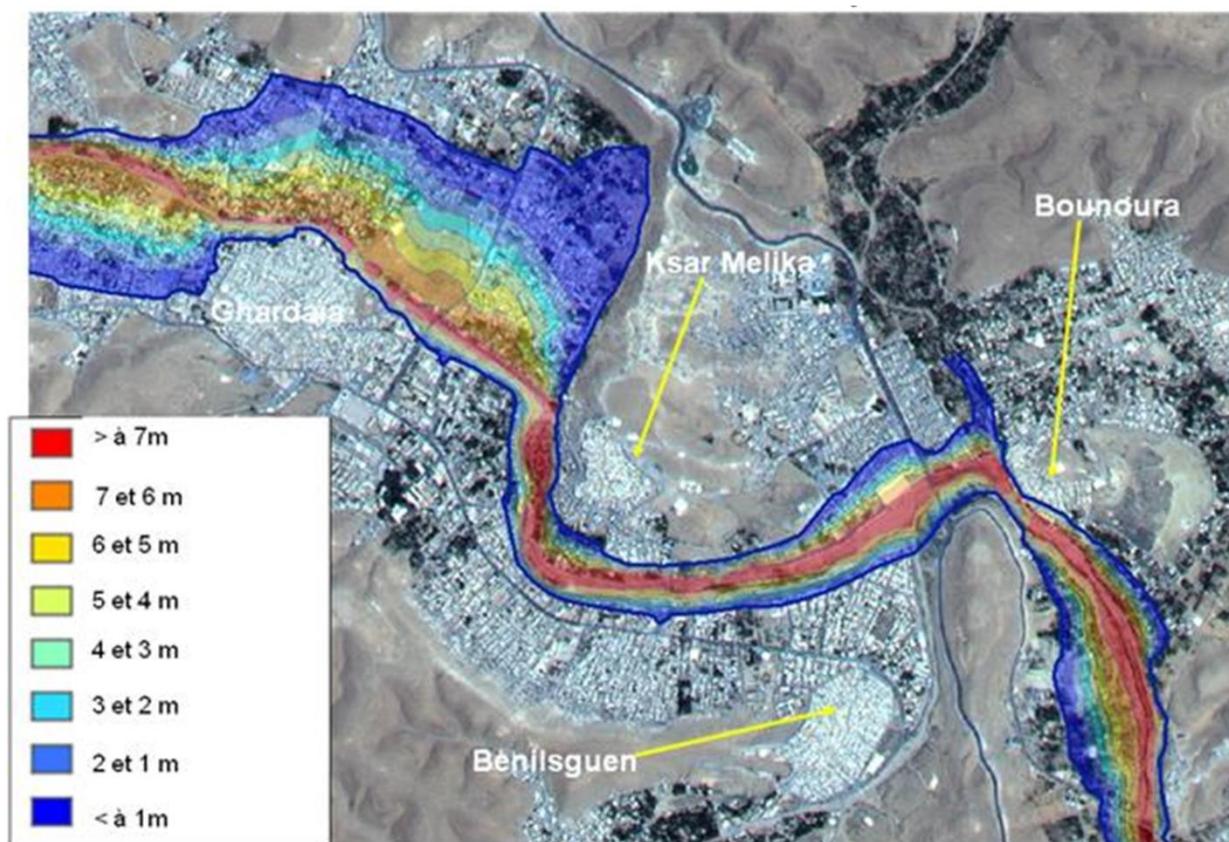


Рисунок 3.22 – Уровень воды во время наводнения в Гардае [22]



Рисунок 3.23 – Долина Мзаб во время наводнения, октябрь 2008 [28]



Рисунок 3.24 – Одна из улиц Гардаи во время наводнения, октябрь 2008 [28]

Проблема связана с отсутствием этих исследований в полном объеме и с изменением долины с пути и превращением их в городские проекты, дороги и коммерческие проекты, как это произошло недавно в городе Табаса, ссылаясь на популярный пример «долина следует своему курсу».

Вторжение дождевой воды и накопление паводочных вод в значительных количествах на территории городов также связано с строительством на берегах долин, подверженных затоплению, и крайне негативную роль играет отсутствие стратегии и перспектив изучения основных рисков, а не только наводнений. С точки зрения городского планирования, в последние годы в долине произошел значительный прирост населения, что привело к очень быстрой и неконтролируемой урбанизации, фактически новые постройки занимают пойму уэда Мзаб.

Еще одной проблемой является низкое качество в завершении проектов развития, таких как урбанизация и инфраструктура; а также практическое отсутствие надзорной роли государственных органов в строительстве различных проектов; отсутствие исследований по их разработке и общественного органа, специализирующегося на мониторинге качества работ, это вызвано отсутствием технических возможностей и квалифицированного персонала. Причина заключается также в создании основных дренажных каналов для дождевых стоков из накопленных много лет назад накоплений, наряду с хаосом урбанизации, пережитым всеми государствами, путем захвата объектов недвижимости, которые не были предназначены для строительства.

Следовательно, причинами наводнения в г. Гардая в 2008 году, с точки зрения автора, были как природные особенности: рельеф, водонепроницаемые горные породы (отсутствие инфильтрации поверхностного стока); экстремальные значения осадков, выпавшие в течении нескольких часов и недостаток инженерных сооружений (плотин), задерживающих поверхностный сток в долине Мзаб и верховьях русловой сети. С другой точки зрения важно также наличие жилых объектов в районе возможного подтопления и неожиданность для населения, которое не было заранее

предупреждено о надвигающейся катастрофе – сигналы предупреждения были, но их не поняли.

### 3.4. Мероприятия по охране водных ресурсов и охране от катастрофических наводнений

Для своевременного предупреждения населения о катастрофических паводках нужна современная сеть наблюдений за атмосферными осадками. Существующие станции не могут обеспечить жителей долины Мзаб достоверной информацией, так как находятся за орографическим препятствием и расположены достаточно далеко (рис. 3.25).

Существующая метеостанция Гардаи находится в нижнем течении уэда Мзаб и предоставляет информацию уже «постфактум». Этого совершенно недостаточно для того, чтобы получить чрезвычайно важную информацию о приближающейся катастрофе хотя бы за несколько десятков минут, чтобы предупредить население и принять экстренные меры. Учитывая, что полученная метеорологическая информация недостаточна для охвата всей области исследования, и поэтому мы предлагаем создание сети наземных датчиков для измерения осадков в водосборной территории долины Мзаб.

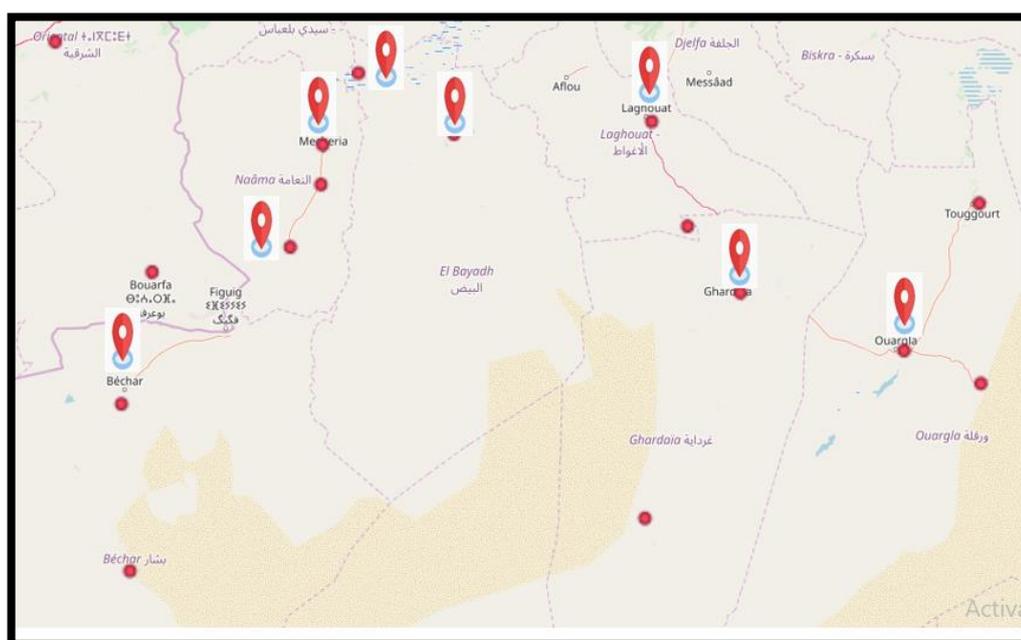


Рисунок 3.25 – Расположение метеостанций Алжира вокруг бассейна Мзаб [29]

На рисунке 3.26 предложен план расположения автоматических метеостанций в уездах, формирующих экстремальные значения расхода.

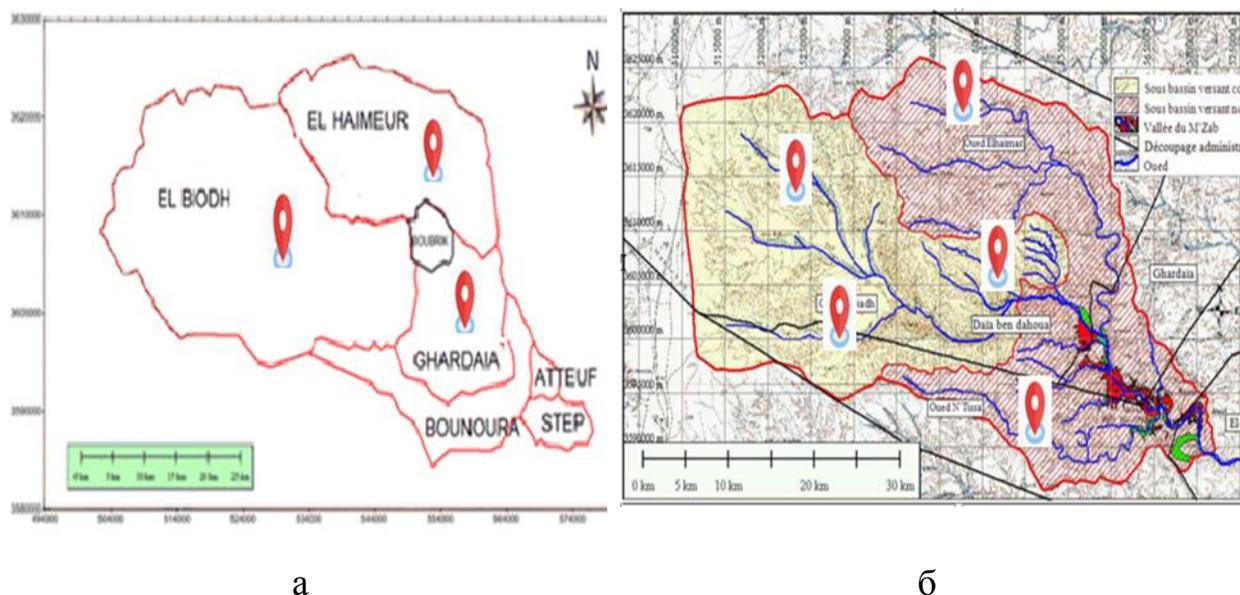


Рисунок 3.26 – Предлагаемая сеть наземных датчиков для измерения осадков в долине Мزاب. Минимально необходимое (а) и достаточное количество (б) на основе карт [30]

Предлагаемая сеть наземных датчиков для измерения осадков в долине Мزاب может состоять из минимально необходимого количества автоматических станций (рис. 3.26, а). Это необходимо для своевременного оповещения жителей о приближающейся угрозе, мобилизации экстренных служб. Кроме того, сеть можно увеличить для изучения и дальнейшего прогнозирования подобных катастроф (рис. 3.26, б).

С целью уменьшить катастрофические последствия наводнений подобных наводнению октября 2008 г. в г. Гардая предложены следующие меры:

- Расширение сезонных уездов и устранение препятствий для движения воды.
- Соблюдение водоохранных зон при строительстве сооружений.
- Запрет на строительство жилья в зонах возможного затопления.
- Строительство дамб, защищающих жилые районы от затопления.
- Активизация системы мониторинга и создание лучшей системы

предупреждения.

В настоящее время в долине Мзаб возведены три плотины в верховьях уэда Мзаб (см. рис 3.11 и Приложение В), они предусматривают накопление паводковых вод малой повторяемости и попуск воды из водохранилищ только при превышении форсированного подпорного уровня. С точки зрения автора представляет определенный интерес сравнение некоторых положений нормативных документов Республики Алжир и Российской Федерации, касающихся определения расчетных расходов и уровней воды при проектировании гидротехнических сооружений (в данном случае плотин для задержания экстремальных паводков). Согласно [31] гидротехнические сооружения в зависимости от их социально-экономической ответственности и последствий возможных гидродинамических аварий подразделяют на классы. Назначать класс ГТС и определять допускаемые значения уровня риска аварий на напорных ГТС следует в соответствии с [32].

Так как число постоянно проживающих людей, которые могут пострадать от аварии гидротехнического сооружения (человек) составляет более 3000 человек и по размеру возможного материального ущерба (ущерб от наводнения 2008 года составил 200 млн евро, что более 14 млрд рублей), кроме того, долина Мзаб отнесена к объектам Всемирного наследия ЮНЕСКО следовательно класс ГТС соответствует I классу. Но по табл. 2 [28] подпорные гидротехнические сооружения при объеме водохранилища менее 50 млн. куб. м (см табл. 3.6) относятся к IV классу. Согласно п. 3 [32] если гидротехническое сооружение в соответствии с критериями может быть отнесено к разным классам, такое гидротехническое сооружение относится к наиболее высокому из них. Поэтому ГТС (плотины) в долине Мзаб относятся, с точки зрения автора к I классу – гидротехнические сооружения чрезвычайно высокой опасности. При проектировании постоянных речных гидротехнических сооружений расчетные максимальные расходы воды надлежит принимать исходя из ежегодной вероятности превышения (обеспеченности), устанавливаемой в зависимости от класса сооружений для

двух расчетных случаев – основного и поверочного по таблице 2 [31] С учетом гарантийной поправки ежегодные вероятности (Р,%) превышения расчетных максимальных расходов воды составляют для основного случая 0,1%, для поверочного случая 0,01%. Автор не смог познакомиться с расчетами инженеров Алжира, но вероятность превышения максимальных расходов воды, принятая для расчетов составляет 0,01% (Приложение В). Значит, несмотря на возможные различия в методиках инженеры пришли к тому же результату.

Проблема обеспечения безопасности жителей при наводнениях не ограничивается пропускной способностью гидротехнических сооружений. Важно, по мнению автора, разработать программу переселения граждан из тех мест долины Мзаб, которые могут пострадать во время катастрофических паводков.

Кроме того, автором предложены некоторые меры по сохранению водных ресурсов, которые заключаются в следующем:

- Сохранение гидрографических бассейнов путем разработки собственного закона, который зависит от регулирования и регулирования его эксплуатации и сохранения его водных ресурсов.
- Улучшение технологии очистки сточных вод и расширение их применения, сохранение как водного богатства, так и окружающей среды.
- Поддержка частных инвестиций в области охраны водных ресурсов, в области управления водными ресурсами и создания крупных сооружений, таких как плотины и водные барьеры.
- Возобновление сети водных каналов, которые разрушены эрозией, где тысячи кубометров питьевой воды теряются каждый день.
- Эксплуатация и мониторинг плотин.
- Борьба с беспорядочным бурением скважин.
- Борьба с коммунально-бытовыми и производственными отходами путем распространения культуры потребления и повышения информированности граждан о важности воды с помощью средств

массовой информации и интернета для повышения осведомленности и осознания важности воды как жизненно важного и необходимого богатства для устойчивого развития.

- Модернизация методов орошения в сельском хозяйстве.
- Устранение последствий загрязнения грунтовых и поверхностных вод в результате несанкционированного захоронения токсичных промышленных отходов и неочищенных сточных вод.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
2ВМ72		Захуани Мустафа	
<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение</b>	геологии
<b>Уровень образования</b>	Магистратура	<b>Направление/специальность</b>	«Природообустройство и водопользование»

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Оценить потенциальных потребителей научного исследования, проанализировать конкурентоспособность. SWOT анализ.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Сформировать бюджет научных исследований, основываясь на расчетах для трех исполнений. Построить календарный график работ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Определить ресурсную, финансовую, бюджетную, социальную и экономическую эффективность исследования, основываясь на трех исполнениях.
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Карта сегментирования рынка;</li> <li>2. Оценка конкурентоспособности технических решений;</li> <li>3. Матрица SWOT</li> <li>4. График проведения работ и бюджет НИ</li> </ol>	
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОСГН	Жаворонок А.В.	–		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ72	Захуани Мустафа		

#### **4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

Целью раздела «Финансовое управление, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспектив и успеха исследовательского проекта по разработке механизмов мониторинга данных об осадках, температуре, влажности, скорости и движении ветра в Метеорологическом центре в районе исследований.

В ходе такой оценки решаются следующие задачи:

Разработка идеи экономического проекта.

2. Организация работы над проектом исследования

3. Определение возможных альтернатив исследованиям;

4. Планирование исследований;

5. Оценка потенциала бизнеса и перспектив исследований с точки зрения ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

##### **4.1. Предпроектный анализ:**

##### **4.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования.**

Инструменты, используемые в метеорологических центрах, используются для измерения осадков, температуры, скорости ветра, влажности. Таким образом, это широко распространено. Чтобы проанализировать результаты исследования потребителей, необходимо рассмотреть и разделить целевой рынок. Целевой рынок: метеорологические центры.

Таблица 4.1. –Карта сегментации рынка при использовании аппаратуры мониторинга погоды.

		Наименование применяемого устройства
	Средние	Осадкомер Третьякова О-1М

Размер компан ии в Алжир е по таблицам	Крупные	<b>Vaisala WXT535</b>
---	---------	-----------------------

С помощью этой карты разделов становится ясно, что использование полнофункциональных метеорологических инструментов на рынке недоступно, что указывает на то, что рынок пуст. Можно ввести новое устройство, которое имеет полные технические характеристики. Целью данного исследования является изучение нового поколения метеорологических приборов, которые позволяют нам измерять падение, температуру, влажность, скорость ветра одного устройства и цифрового устройства.

#### 4.1.2. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Важно реалистично оценить сильные и слабые стороны разработок конкурентов. Детальный анализ конкурирующих разработок помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим соперникам. Мы проведем этот анализ с использованием оценочной карты, пример которой приведен в Таблице 4.2. Где В1 (К1) является (конкурентной) точкой прибора для полномасштабного метеорологического мониторинга, В2 и В3 являются (конкурентными) точками приборов мониторинга погоды Осадкомер Третьякова О-1М и Vaisala WXT535 ,

Таблица 4.2 – Анализ конкурентных технических:

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентноспособность		
		В1	В2	В3	К1	К2	К3
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии ресурсоэффективности							
1. Производительность	0,1	5	3	3	0,5	0,3	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям пользователя)	0,1	5	4	3	0,4	0,4	0,3
3. Качество	0,1	5	5	2	0,5	0,5	0,2
4. Энергоэкономичность	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
5. Надёжность	0,01	5	3	2	0,05	0,03	0,02
6. Функциональная мощность	0,1	4	3	2	0,5	0,3	0,2
7. Простота эксплуатации	0,01	5	5	5	0,05	0,05	0,05

Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентноспособность продукта	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,01	3	4	3	0,03	0,04	0,03
3. Цена	0,1	2	4	4	0,2	0,3	0,3
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,01	3	3	3	0,03	0,03	0,03
5. Послепродажное обслуживание	0,01	2	3	2	0,02	0,03	0,02
6. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	2	0,03	0,02	0,02
ИТОГО:	1				3,01	2,8	2,17

Согласно карте оценки, ясно, что новая машина конкурентоспособна, потому что она превосходит своего конкурента во многих отношениях. Основными преимуществами этого устройства являются: качество, энергоэффективность и производительность.

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.[33]

#### 4.1.3 SWOT – анализ

Таблица 4.3 – Матрица SWOT – анализа

	<p><b>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С1. Заявленная рентабельность и высокая эффективность.  С2. Компактность.  Бесшумность. С4. Надежность, способность долгое время обходиться без ремонта.</p>	<p><b>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</b>  С3. Сл1. Более высокая себестоимость.  Сл2. Продукт не продавался.</p>
--	--	---

<p><b>Возможности:</b>  В1. Быстрое продвижение на рынок.  В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт  В3. Усовершенствование устройства</p>	<p>В1С1С2С3С4 – быстрое продвижение на рынок в связи с преимуществами данного устройства.  В2С1С2С3С4- дополнительный спрос может появиться за счёт универсальности устройства.</p>	<p>В1Сл2 – может не быть быстрого продвижения на рынок так как ранее продукт не продавался, и потребители не знают о нем.  В2Сл1Сл2 – появление дополнительного спроса может быть мало из-за несовершенства устройства.</p>
<p><b>Угрозы:</b>  У1. Отсутствие спроса на новые технологии производства.  У2. Кризис  У3. Введение дополнительных государственных требований к сертификации продукции со стороны государства</p>	<p>У2С1С2С3С4 – возможность конкурировать в связи с хорошими показателями характеристик.</p>	<p>У1Сл1 – из-за более высокой себестоимости могут возникнуть проблемы с продажей данного устройства.</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научного исследования внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.4 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
Возможности проекта		С1	С2	С3	С4
	В1	+	+	+	+
	В2	+	+	+	+
	В3	0	0	0	0

Таблица 4.4.1 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	В1	-	+
	В2	+	+
	В3	0	0

Таблица 4.4.2 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта					
		С1	С2	С3	С4

Угрозы	У1	0	0	0	0
	У2	+	+	+	+
	У3	0	0	0	0

Таблица 4.4.3 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта				
Угрозы		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	0	0
	У2	0	0	0
	У3	0	0	0

#### 4.1.4 Оценка готовности проекта к коммерциализации

На какой бы стадии жизненного цикла не находилась научная разработка полезно оценить степень ее готовности к коммерциализации и выяснить уровень собственных знаний для ее проведения (или завершения). Для этого заполним специальную форму, содержащую показатели о степени проработанности проекта с позиции коммерциализации и компетенциям разработчика научного проекта. Перечень вопросов приведен в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Бланк оценки степени готовности научного проекта к коммерциализации.

№ п/П	Наименование	Степень проработанности научного проекта	Уровень имеющихся знаний разработчика
1	Определен имеющийся научно-технический задел	5	4
2	Определены перспективные направления коммерциализации научно-технического задела	4	3
3	Определены отрасли и технологии (товары, услуги) для предложения на рынке	4	3
4	Определена товарная форма научно-технического задела для представления на рынок	3	3
5	Определены авторы и осуществлена охрана их прав	2	2
6	Проведена оценка стоимости интеллектуальной собственности	5	4
7	Проведены маркетинговые исследования рынков сбыта	2	2
8	Разработан бизнес-план коммерциализации научной разработки	1	1

9	Определены пути продвижения научной разработки на рынок	5	2
10	Разработана стратегия (форма) реализации научной разработки	1	1
11	Проработаны вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок	1	1
12	Проработаны вопросы использования услуг инфраструктуры поддержки, получения льгот	1	1
13	Проработаны вопросы финансирования коммерциализации научной разработки	1	1
14	Имеется команда для коммерциализации научной разработки	1	1
15	Проработан механизм реализации научного проекта	2	2
	<b>ИТОГО БАЛЛОВ</b>	38	32

Итого получилось суммарное количество баллов по каждому направлению: 38 баллов – по степени проработанности научного проекта; 32 балла – по уровню, имеющихся знаний у разработчика. Согласно этим баллам, можно сказать, что перспективность данной разработки средняя.

#### **4.1.5. Методы коммерциализации результатов научно-технического исследования**

При коммерциализации научно-технических разработок продавец (как правило, владелец объектом интеллектуальной собственности), преследует то, куда в последующем он намерен направить полученный коммерческий эффект. Итак, время продвижения товара на рынок во многом зависит от правильности выбора метода коммерциализации. Задача данного раздела магистерской диссертации – это выбор метода коммерциализации объекта исследования и обоснование его целесообразности. Выделяют следующие методы коммерциализации научных разработок: торговля патентными лицензиями; передача ноу-хау; инжиниринг; франчайзинг; организация собственного предприятия. передача интеллектуальной собственности; организация совместного предприятия, т.е. объединение двух и более лиц для организации предприятия; организация совместных предприятий, работающих по схеме. [33]

## 4.2. Планирование управления научно-техническим проектом

### 4.2.1. Структура работ в рамках научного исследования.

При организации процесса реализации конкретного проекта необходимо оптимально планировать занятость каждого из его участников и сроки проведения отдельных работ.

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Так как число исполнителей не превышает двух, то предпочтительным планированием работ является линейный график реализации проекта. Для его построения должны данные быть сведены в таблицу 4.6.

Таблица 4.6. – Перечень работ и продолжительность их выполнения

Этапы работы	Исполнители	Загрузка исполнителей
Постановка задачи	НР	НР – 100%
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	НР – 30% И – 100%
Разработка календарного плана	НР, И	НР – 100% И – 10%
Обсуждение литературы	НР, И	НР – 80% И – 100%
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	НР – 100% И – 70%
Выбор методики проведения исследования	НР, И	НР – 100% И – 70%
Проведения исследования	И	И – 100%
Оформление расчетно-пояснительной записки	И	И – 100%
Оформление графического материала	И	И – 100%
Подведение итогов	НР, И	НР – 60% И – 100%

#### *Продолжительность этапов работ.*

Для определения ожидаемого значения продолжительности работ Тожд применяется вероятностный метод – метод двух оценок  $t_{min}$  и  $t_{max}$ .

$$T_{ож} = \frac{3 \cdot t_{min} + 2 \cdot t_{max}}{5}$$

Где:  $t_{min}$  – минимальная трудоемкость работ, чел/дн.;

$t_{max}$  – максимальная трудоемкость работ, чел/дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 1 работ требуются специалисты: студент в качестве инженера (И) и научный руководитель (НР).

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ведется по формуле:

$$T_{КАЛ} = 365 / (365 - 52 - 14) = 1,22$$

В таблице 8 приведена длительность этапов работ и число исполнителей, занятых на каждом этапе.

Таблица 4.7. – Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел. - дн.			
					$T_{рд}$		$T_{кд}$	
		$t_{min}$	$t_{max}$	$t_{ож}$	НР	И	НР	И
Постановка задачи	НР	4	7	5,2	6,24	–	7,61	–
Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	14	16	14,8	5,32	17,76	6,49	21,68
Разработка календарного плана	НР, И	4	7	5,2	6,24	0,62	7,61	0,75
Обсуждение литературы	НР, И	6	8	6,8	6,52	8,16	7,96	9,96
Выбор структурной схемы устройства	НР, И	9	18	12,6	15,12	10,58	18,46	12,91
Выбор методики проведения исследования	НР, И	14	16	14,8	17,76	12,43	21,68	15,17
Проведения исследования	И	15	18	16,2	–	19,44	–	23,73
Оформление расчетно-	И	12	15	13,2	–	15,84	–	19,34

пояснительной записки								
Оформление графического материала	И	5	6	5,4	–	6,48	–	7,91
Подведение итогов	НР, И	7	9	7,8	5,61	9,36	6,84	11,42
<b>Итого:</b>				<b>102</b>	<b>62,81</b>	<b>100,67</b>	<b>76,65</b>	<b>122,87</b>

**Расчет нарастания технической готовности работ.**

Введем обозначения:

- $TP_{\text{общ}}$  – общая трудоемкость проекта;
- $TP_i (TP_k)$  – трудоемкость  $i$ -го ( $k$ -го) этапа проекта,  $i = \overline{1, I}$ ;
- $TP_{ij} (TP_{kj})$  – трудоемкость работ, выполняемых  $j$ -м участником на  $i$ -м этапе, здесь  $j = \overline{1, m}$ ; – индекс исполнителя, в нашем примере  $m = 2$ .

Степень готовности определяется формулой:

$$CG_i = \frac{TP_i^H}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i TP_k}{TP_{\text{общ}}} = \frac{\sum_{k=1}^i \sum_j^m TP_{km}}{\sum_{k=1}^l \sum_j^m TP_{km}}$$

Применительно к таблице 2 величины  $TP_{ij} (TP_{kj})$  находятся в столбцах (8,  $j = 1$ ) и (9,  $j = 2$ ).  $TP_{\text{общ}}$  равна сумме чисел из итоговых клеток этих столбцов. Пример расчета на основе этих данных содержится в таблице 4.8.

Таблице 4.8. – Нарастание технической готовности работы и удельный вес этапов.

Этап	$TP_i, \%$	$CG_i, \%$
Постановка задачи	3,81	3,81
Подбор и изучение материалов по тематике	14,11	17,93
Разработка календарного плана	4,19	22,12
Обсуждение литературы	8,98	31,1
Выбор структурной размер устройства	15,72	46,82
Выбор методики проведения исследования	18,46	65,29
Проведения исследования	11,89	77,19
Оформление расчетно-пояснительной записки	9,69	86,77
Оформление графического материала	3,96	90,84
Подведение итогов	9,15	100

Календарный план-график приведен в таблице 4.9.

Таблица 4.9. – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

	Р		Фев			Ма			Апр			М				
	61		■													
	40	1 68		■	■	■										
	61	75				■										
	06	06				■										
	8 46	2 01					■	■								
	1 68	5 17						■	■							
		2 72							■	■						
		0 24										■	■			
		01												■		
	84	1 42												■	■	

НР – ■ И – ■

#### **4.2.2. Бюджет научного исследования.**

В состав затрат на создание проекта включается стоимость всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости на выполнение данной разработки производится по следующим статьям затрат:

- материальные затраты НТИ;
- затраты по основной заработной плате исполнителей темы;
- затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы;
- отчисления внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- расходы на электроэнергию;
- амортизационные отчисления;
- накладные расходы (прочие расходы).

##### **4.2.2.1 Расчет материальных затрат НТИ**

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ. Цена материальных ресурсов определяется по соответствующим ценникам и приведена в таблице 4.10.

Таблице 4.10. – Материальные затраты.

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма
Аренда подъемного крана	4500	1	4500
Электроэнергия на технологические нужды		кВт*ч	780
ИТОГО:			5280

##### **4.2.2.2. Основная заработная плата исполнителей.**

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 4.11.

Таблице 4.11. – Расчет основной заработной платы.

№ п/п	Наименование этапа	Исполнители	Трудоемкость, чел.-дн		Зарботная плата на один чел.-дн., тыс. руб.	
			И	НР	И	НР
1	Постановка задачи	НР	6,24	–	1741,89	–
2	Подбор и изучение материалов по тематике	НР, И	5.23	17.76	1741.9	841.37
3	Разработка календарного плана	НР, И	6.24	0.6	1741.9	841.37
4	Обсуждение литературы	НР, И	6.52	8.16	1741.9	841.37
5	Выбор структурной размер устройства	НР, И	15.11	10.58	1741.9	841.37
6	Выбор методики проведения исследования	НР, И	17.75	12.44	1741.9	841.37
7	Проведения исследования	И	-	19.45	-	841.37
8	Оформление расчетно-пояснительной записки	И	-	15.85	-	841.37
9	Оформление графического материала	И	-	6.48	-	841.37
10	Подведение итогов	НР, И	5.62	9.36	-	841.37
Всего зарботная плата по тарифу, тыс. руб					109739	84979.37

Статья включает основную зарботную плату работников, непосредственно занятых выполнением НТИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную зарботную плату:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где  $Z_{осн}$  – основная зарботная плата;  $Z_{доп}$  – дополнительная зарботная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Основная зарботная плата ( $Z_{доп}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

где  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата работника, руб. Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d}$$

где  $Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 рабочих дня  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 рабочих дней  $M = 10,4$  месяца, 6-дневная неделя;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочие дни (таблица 15).

Согласно таблице окладов ППС и НС[1].

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

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

Таблица 4.12. – Баланс рабочего времени.

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	106	106
- праздничные дни	14	14
Потери рабочего времени		
- отпуск	48	48
- невыходы по болезням	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	198

$Z_{\text{дн1}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{33162,87 \cdot 10,4}{189} = 1741,89$  руб. – заработная плата руководителя за 1 день;

$Z_{\text{дн2}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_d} = \frac{14874,45 \cdot 11,2}{189} = 841,38$  руб. – заработная плата студента за 1 день;

$Z_{\text{осн1}} = 1741,89 \cdot 63 = 109739,07$ руб. – руководитель;

$Z_{\text{осн2}} = 841,38 \cdot 101 = 84979,38$ руб. – студент.

$Z_{зп1} = 109739,07 + 16460,86 = 126199,93$ руб. –  
руководитель;

$Z_{зп2} = 84979,38 + 12746,91 = 97726,29$ руб. – студент.

#### **4.2.2.3. 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:

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн}$$

где  $Z_{доп1}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15). Примем  $K_{доп} = 0,15$ :

$Z_{доп1} = 0,15 \cdot 109739,07 = 16460,86$ руб. – руководитель;

$Z_{доп2} = 0,15 \cdot 84979,38 = 12746,91$ руб. – студент.

#### **4.2.2.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).**

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

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

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

Отчисления во внебюджетные фонды представлены в табличной форме (таблица 4.13).

Таблица 4.13. – Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель проекта	109739,07	16460,86

Студент-дипломник	84979,38	12746,91
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	30%	30%
Итого	37859,97 + 29317,88 = 67177.85	

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн1}} + Z_{\text{доп1}}) = 126199,93 \cdot 0,3 = 37859,97 \text{руб.}$$

– руководитель;

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн2}} + Z_{\text{доп2}}) = 97726,29 \cdot 0,3 = 29317,88 \text{руб.}$$

– студент-дипломник.

#### 4.2.2.5. Расчет затрат на специальное оборудование

Таблица 4.14 – Расчет затрат на специальное оборудование.

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма
Персональный компьютер	45000	1	45000
Принтер	12000	1	12000
Метеостанция	150000	1	150000
Итого			207000

#### 4.2.2.6. 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:

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

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

$$\text{Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размер } Z_{\text{накл}} = (5280 + 194718,45 + 29207,77 + 67177.85 + 780,34 + 207000) * 0,15 = 579789.07$$

#### 4.2.2.7. 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 4.15.

Таблица 4.15. – Расчёт бюджета затрат НИИ.

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
1. Материальные затраты НИИ	5280	Пункт 2.4.1.
2. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	194718.45	Пункт 2.4.2.
3. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	29207.77	Пункт 2.4.3.
4. Отчисления во внебюджетные фонды	67177.85	Пункт 2.4.4.
5. специальное оборудование	207000	Пункт 2.4.6.
6. Накладные расходы	75507.66	15 % от суммы ст. 1-6
7. Бюджет затрат НИИ	578892.07	Сумма ст. 1- 7

### 4.3 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

#### 4.3.1. Оценка сравнительной эффективности исследования Интегральный показатель ресурсоэффективности:

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

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.

Таблица 4.16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Оценка разработки в баллах		Показатель ресурсоэффективности	
		Осадкомер Третьякова О-1М	Vaisala WXT535	Осадкомер Третьякова О-1М	Vaisala WXT535
Время выполнения работ	0,1	3	4	0,4	0,4
Цена	0,15	4	3	0,3	0,75
Помехоустойчивость	0,15	5	3	0,75	0,45
Энергоэкономичность	0,2	4	5	0,8	0,8
Надежность	0,25	4	4	1	1
качество	0,15	5	4	0,75	0,45
Итого:	1	25	23	4	3,85

### 4.3.2 Ресурсосбережение :

Для исследуемой области были изучены поверхностные потоки осадков, которые, в свою очередь, иногда вызывают естественные проблемы, такие как наводнения. Последние приводят к материальным и людским потерям. Отсутствие механизмов контроля за количеством выпадающих осадков, и это связано с типом инструментов, используемых при измерении.

Полученные данные могут быть использованы для качества и качества предлагаемого продукта по сравнению с продуктами, которые в настоящее время находятся в области исследования.

Кроме того, этот продукт может помочь контролировать необходимые данные количественных осадков, температуры, влажности, ветра. Что, в свою очередь, помогает специалистам и заинтересованным сторонам в расчете стока воды в регионе, а также помогает разрабатывать меры по преодолению будущих стихийных бедствий (наводнений).

### 4.3.3 Социальная эффективность

Результаты исследования носят чисто исследовательский характер, поэтому данные могут быть использованы в образовательных целях.

Таблица 4.17 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
----	-------

Отсутствие количественных данных об осадках во всем водособоре, где расположен места исследования	После запланированного распределения гидрометеорологических станций на уровне водособоры, все данные, которые помогают рассчитать потоки в регионе, были проверены.
Нехватка плотин в исследуемом районе.	Строительство нескольких плотин в этом районе после достаточного изучения было определено качеством плотин, которые в свою очередь называются барьерами для снижения скорости воды, предназначенной для жилых районов.
Осадки не используются в питьевой воде (после ликвидации) или в сельском хозяйстве, в районе исследования	Рациональное распределение плотин в области исследования помогло собрать воду в течение длительного времени, что помогло использовать ее для сельского хозяйства, и в будущем ее можно будет использовать после фильтрации для питьевой воды.

### **Заключение:**

В результате этого раздела был проведен конкурентный анализ решений в отношении исследований и разработок в области оценки оборудования для наблюдения за погодой. По результатам работы был выбран наиболее эффективный метод для определения соответствующего оборудования для мониторинга погоды для района исследования.

Прежде всего, методы оценки оборудования для мониторинга погоды, были определены сильные и слабые стороны, возможности и риски, анализ, с помощью которого вы можете увидеть сильные и слабые стороны проекта, а также угрозы и возможности. Общее количество дней на выполнение исследования составляет 610 дней. Средняя перспектива развития Для маркетинга выбраны следующие методы - передача ноу-хау и инжиниринг Также был рассчитан бюджет затрат НИИ, который составил 578892.07 Руб.

На основании полученных результатов данного раздела делаем вывод о том, что разработка оборудования для мониторинга погоды в районе исследований была экономически успешной.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
2BM72	Захуани Мустафа

<b>Школа</b>	<b>ИШПР</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>геологии</b>
<b>Уровень образования</b>	магистрант	<b>Направление/специальность</b>	Природообустройство и водопользование

Тема ВКР:

Условия формирования поверхностного водного стока в долине Мзаб (провинция Гардая, Алжир)	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	-Объект исследования : Условия формирования поверхностного водного стока в долине Мзаб (провинция Гардая, Алжир) Область применения: инженерные изыскания.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> – 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); – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – СНиП 12-03–2001; – РД 52.88.699-2008; – ГОСТ 12.4.011-89; Правила по технике безопасности при производстве наблюдений и работ на сети Госкомгидромета.
<b>2.Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1)Анализ выявленных вредных и опасных факторов при проведении полевых работ: – отклонение показателей микроклимата на открытом воздухе; – превышение уровня шума; – превышение уровня электромагнитных излучений; 2)Анализ выявленных вредных и опасных факторов при проведении камеральных работ: – отклонение параметров микроклимата в помещении; – недостаточная освещенность рабочей зоны;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– превышение уровня шума;</li> <li>– превышение уровня электромагнитных излучений;</li> <li>– электрический ток;</li> <li>пожароопасность.</li> </ul>
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	– негативное влияние на окружающую среду отсутствует
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Чрезвычайные ситуации на месте работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– землетрясение;</li> <li>– возникновение пожара при неаккуратном обращении с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями.</li> </ul>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ООТД ШБИП	Будницкая Ю.Ю.	к.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
2ВМ72	Захуани Мустафа		

## **5. Социальная ответственность**

### **Введение**

Обеспечение безопасности жизни и здоровья работников в процессе выполнения трудовой деятельности является одной из главных задач предприятия.

Цель работы – изучение условия формирования поверхностного водного стока

Проводим обработку и расчет полученных данных о количестве выпавших осадков в долине Мзаб, для того чтобы избежать возможности наводнения. Была получена условия формирования поверхностного водного стока в долине Мзаб и даны рекомендации по регулированию наблюдений.

Местом выполнения работ является территория г. Гардая (Алжир), в 500 км к югу от Алжир (столица), вилайя Гардая располагается к северу от центра страны на севере Алжирской части пустыни Сахара, где она занимает важное стратегическое положение, которое представляет собой ворота в Сахару. А объектом исследований являются поверхностные потоки в долине Мзаб. Исследования в области гидрологических условий относятся к образованию наводнений к камеральному этапу (обработка данных с помощью электронных вычислительных машин ), В то же время измерения проводятся в полевых условиях. Поэтому в разделе будет описан как полевой, так и камеральный этапы.

### **5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

Охрана труда и техника безопасности – это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия.

Нормальная продолжительность рабочего времени сотрудников не может превышать 40 ч в неделю. Основным режимом работы является пятидневная рабочая неделя с двумя выходными днями. При пятидневной рабочей неделе продолжительность ежедневной работы определяется правилами внутреннего трудового распорядка или графиками сменности, составляемыми с соблюдением установленной продолжительности рабочего рабочей недели и утверждаемыми администрацией по согласованию с профсоюзным комитетом.

Работа с компьютером характеризуется значительным умственным напряжением и нервно-эмоциональной нагрузкой оператора, высокой напряженностью зрительной работы и достаточно большой нагрузкой на мышцы рук при работе с клавиатурой. В процессе работы с компьютером необходимо соблюдать правильный режим труда и отдыха.

Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 (СанПиН 2.2.2.542-96 «Гигиенические требования к видеодисплейным терминалам, персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы») длительность работы для инженеров не более 6 часов. Для обеспечения оптимальной работоспособности и сохранения здоровья профессиональных пользователей должны устанавливаться регламентированные перерывы в течение рабочего дня. После каждого часа работы за компьютером следует делать, перерыв на 5-10 минут. Необходимы упражнения для глаз и для всего тела.

**Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя (требования к организации рабочих мест пользователей персонального компьютера).** Согласно СанПиН 2.2.2.542-96 [1] и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [2] при организации рабочего персонального компьютера (ПК) необходимо соблюдение следующих правил:

- расстояние между рабочими столами с видеомониторами должно составлять не менее 2мв направлении тыльной стороны монитора, и не менее 1,2м между боковыми поверхностями мониторов.

- расстояние от монитора до глаз пользователя должно быть не менее 600-700мм, при определенном размере шрифта допускается величина 500 мм.

- рабочее место должно располагаться так, чтобы естественный свет падал сбоку, преимущественно слева

- монитор, клавиатура и корпус компьютера должны находиться прямо перед пользователем и не требовать поворота головы или корпуса тела. окна в помещениях с ПК быть оборудованы должны регулируемые устройства (жалюзи, занавески, внешние козырьки и т. д.).

## 5.2. Анализ опасных и вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению в полевых и камеральных условиях

Рабочее место расположено в Управлении метеорологии в районе исследований в городе Гардая, к югу от Алжира, на первом этаже. В комнате естественное и промышленное освещение (16 ламп и 4 окна). Размер комнаты 8 × 10 × 3.5 Сотрудники имеют более 10 компьютеров. Работы выполняются для контроля температуры, влажности, осадков и скорости ветра в помещении, соответствуют санитарным нормам и правилам. В следующей таблице показаны вредные факторы при работе на компьютере.

Таблица 5.1. – Основные элементы производственного процесса, формирующие вредные и опасные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ		Нормативные документы
	Камеральный	Полевой	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 [34], [СП 60.13330.2016][35]
2.Превышение уровня шума	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014 [36], ГОСТ 12.1.029-80 [37]
3.Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	-	ГОСТ Р 55710-2013 [38],[СП 52.13330.2016][39],[СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03] [40]

4.Превышение уровня электромагнитных излучений	+	+	СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03[41]
5.Электрический ток	+	-	ГОСТ 12.1.019-2017 [42], [ГОСТ 12.1.030-81] [43],[ГОСТ 12.1.038–82][44]. Минэнерго РФ, 2000], ПОТЭЭ [Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н (ред. от 15.11.2018)]
6.Пожароопасность	+	-	ГОСТ 12.1.004-91 [45],[СП 12.13130.2009][46], СП 112.13330.2011[47]

## 2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов и мероприятия по их устранению в полевых условиях

### *Отклонение показателей микроклимата открытого воздуха*

Главной характеристикой показателя микроклимата является температура воздуха - степень его нагретости, выражаемая в градусах. Территория города располагается в умеренном поясе с умеренно континентальным климатом, с тёплым летом и холодной зимой, равномерным увлажнением, довольно резким изменением элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени, зависящим от сложной циркуляции воздушных масс над Западно-Сибирской низменностью. Низкая температура воздуха имеет место при работах на открытом воздухе зимой и в переходные периоды года.

При выполнении работ на открытой площадке специалисты должны быть обеспечены спецодеждой, так в теплое время года рекомендуется использовать противоэнцефалитный костюм, состоящий из 100% хлопка с водоотталкивающей отделкой. Для профилактики обморожений работники

должны быть обеспечены специализированной одеждой для низких температур, которая должна соответствовать всем требованиям, подходить по размеру и не сковывать движения - спецодежда с теплозащитными свойствами согласно ГОСТ 27574-87 [ГОСТ 27574-87 Костюмы женские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия] или ГОСТ 27575-87[ГОСТ 27575-87. Костюмы мужские для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Технические условия].

Также профилактика перегревания и переохлаждения осуществляется организацией рационального режима труда и отдыха путем сокращения рабочего времени для введения перерывов для отдыха.

#### *Отклонение показателей микроклимата в помещении*

Особое влияние на микроклимат оказывают источники согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений] температуры воздуха и поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения.

Действие на человека высоких температур и теплового излучения может явиться причиной перегревания. Охлаждение и переохлаждение на производстве возникают в результате действия на организм низких и пониженных температур воздуха, иногда в сочетании с высокой влажностью. Местное и общее охлаждение организма является причиной ряда заболеваний. Переохлаждение организма ведет к заболеваниям простудного характера – ангине, острым респираторным заболеваниям, пневмонии. При этом снижается и общая иммунологическая сопротивляемость организма.

Для того чтобы улучшить работоспособность персонала, работающего в камеральных условиях, установлены нормы производственного микроклимата. Оптимальные показатели распространяются на всю рабочую зону с учетом избытков теплоты, сложности выполняемой работы и сезона года, а допустимые, в свою очередь, устанавливаются отдельно для постоянных

и непостоянных рабочих мест в тех случаях, когда по технологическим или экономическим причинам невозможно обеспечить оптимальные нормы.

Оптимальные и допустимые нормы микроклимата для работ разной категории тяжести указаны в ГОСТ 12.1.005-88[ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны], СанПиН 2.2.4.548-96[СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений]. Наши работы в помещении относятся к категории Ib - работы с интенсивностью энергозатрат 121-150 ккал/час, производимые сидя, стоя или связанные с ходьбой и сопровождающиеся некоторым физическим напряжением.

Оптимальные параметры микроклимата в производственных помещениях обеспечиваются системами кондиционирования воздуха, а допустимые параметры - обычными системами вентиляции и отопления. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха помещений проектируется в соответствии с требованиями СП 60.13330.2012 [СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003].

Параметры микроклимата согласно СанПиН 2.2.4.548-96 [СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений] приведены в табл. 2. В течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах параметры не должны выходить за пределы указанных значений, указанных в таблице.

Таблица 5.2 - Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне

Сезон года	Категория работ	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/сек
Холодный	Iб	21 - 23	60-40	0,2
Теплый	Iб	22 - 24	60-40	0,3

Для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха, для повышения влажности воздуха в помещении следует применять увлажнители воздуха с

дистиллированной или кипяченой питьевой водой, а также не забывать про проветривания помещения во время перерывов.

**Превышение уровня шум на открытом воздухе.** Самой главной причиной образования шума является транспорт, Звук самолетов, потому что рабочее место близко к аэропорту, а также различные механизмы. Длительное воздействие шума негативно сказывается на нервной системе, происходят спазмы сосудов, происходит утомление организма, что снижает производительность труда. В соответствии с [ГОСТ 12.1.003-83 (1999) ССБТ. Шум. Общие требования безопасности] норма на открытой местности составляет 80 дБА. В качестве защиты используют различные наушники. В случае необходимости снижается продолжительность рабочего времени.

**Превышение уровня шума в помещении.** Основным источником шума в зданиях различного назначения является технологическое и инженерное оборудование(компьютеры и кондиционеры). Шум, возникающий при работе производственного оборудования и превышающий нормативные значения, воздействует на центральную и вегетативную нервную систему человека, органы слуха. Шум ухудшает условия труда, оказывает вредное воздействие на организм человека - затрудняет разборчивость речи, вызывает необратимые изменения в органах слуха человека, повышает утомляемость. В данном случае шум может создаваться работающим оборудованием (установками воздуха (воздуходувка), преобразователями напряжения). Предельно допустимые значения, характеризующие шум, регламентируются в СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 [СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в жилых, общественных зданиях и на территории жилой застройки] и представлены в табл.5.3.

Таблица 5.3 - Допустимые уровни звукового давления и эквивалентного уровня звука

Рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБа
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	

Творческая деятельность, научная деятельность в лабораториях для теоретических работ и обработки данных.	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Защита от шума должна достигаться разработкой шумобезопасной техники, применением средств и методов коллективной защиты и индивидуальной защиты, а также строительноакустическими методами . Основные мероприятия по борьбе с шумом: экранирование шума преградами, использование средств индивидуальной защиты против шума (ушные вкладыши, наушники и шлемофоны) согласно ГОСТ 12.1.029-80 [ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация].

**Недостаточная освещенность рабочей зоны.** Освещение рабочих мест внутри помещения характеризуется освещенностью и яркостью. Рабочее место при камеральных работах, как правило должно быть оборудовано совместным освещением. Искусственное освещение обеспечивается электрическими источниками света и применяется для работы в темное время суток, а днем при недостаточном естественном освещении. Источниками света при искусственном освещении являются газоразрядные лампы низкого и высокого давления и лампы накаливания. Нормирование освещенности производится в соответствии с межотраслевыми нормами и правилами СП 52.13330.2016[СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*] - требования к освещенности в помещениях, где установлены компьютерное оборудование, следующие: при выполнении зрительных работ высокой точности общая освещенность должна составлять 300лк, а комбинированная - 750лк; аналогичные требования при выполнении работ средней точности - 200 и 300лк соответственно. Рекомендуемая освещённость для работы с экраном дисплея составляет 200 лк, а при работе с экраном в сочетании с работой над документами - 400 лк

[СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (с изменениями на 21 июня 2016 года)] . Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 [СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий] в табл.4. представлены нормируемые количественные и качественные параметры освещения.

Таблица 5.4 - Нормируемые параметры естественного и искусственного освещения

Рабочая поверхность и плоскость нормирования КЕО и освещенности и высота плоскости над полом, м	Естественное		Совмещенное		Искусственное			Показатель дискомфорта, М, не более	Коэффициент пульсации освещенности, Кп, % не более
	КЕО е <sub>н</sub> , %		КЕО е <sub>н</sub> , %		Освещенность, лк				
	при верхнем или комбинированном	при боковом	при верхнем или комбинированном	при боковом	при комбинированном		при общем		
					всего	от общего			
Горизонтальная- 0,8	3,5	1,2	2,1	0,7	500	300	400	15	10
Экран дисплея: Вертикальная-1	-	-	-	-	-	-	200	-	-

\*Примечание: для кабинета информатики и вычислительной техники; Прочерки в таблице означают отсутствие предъявляемых требований.

В помещении используются люминесцентные лампы общего освещения, на столах применяются светильники - показатели освещенности находятся в норме. Для поддержания нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

**Превышение уровня электромагнитных излучений на открытом воздухе.** При измерениях проводятся возможно выполнение работ под таким

источником электромагнитного излучения – ЛЭП. Воздействие электромагнитных излучений на организм человека может привести к нарушению нервной и сердечно-сосудистой систем, к изменениям в составе крови. Степень воздействия зависит от диапазона частот, интенсивности, продолжительности излучения. Предельно допустимые уровни электрических полей регламентируются СанПиН 2.2.4.3359-16 [СанПиН 2.2.4.3359-16.Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах] и ГОСТ 12.1.006-84 [ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагн. поля радиочастот. Общие требования безопасности]. В качестве средств индивидуальной защиты от электромагнитных полей промышленной частоты служат специальные защитные комплекты – экранирующие. К средствам коллективной защиты можно отнести стационарные экраны и съемные экраны.

***Превышение уровня электромагнитных излучений в помещении.***

Источником электромагнитного и ионизирующего излучения в помещении является ПЭВМ (компьютер). Наибольшую опасность для здоровья пользователя представляет электромагнитное излучение монитора, что является причиной появления в пространстве перед дисплеем электростатического, а вокруг дисплея – электромагнитного поля, спектральные составляющие которого сосредоточены в диапазоне частот 5 Гц – 400 кГц. Предельно допустимые уровни ионизирующего облучения в диапазоне радиочастот определяются ГОСТ 12.1.006-84 [ГОСТ 12.1.006-84 ССБТ. Электромагнитные поля радиочастот. Общие требования безопасности], безопасные уровни излучений регламентируются СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (с изм. на 21.06.16)]. Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» (с изм. на 21.06.16)] в табл.

5.5 показаны допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений.

Таблица 5.5 – Допустимые значения параметров неионизирующих электромагнитных излучений

Наименование параметров		Уровни электромагнитных полей
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц м	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-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
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Основными методами защиты от электромагнитных излучений являются рациональное размещение излучающих объектов, ограничение места и времени нахождения работающих в электромагнитном поле, защита расстоянием, т.е. удаление рабочего места от источника излучений.

**Электрический ток.** Работа проводилась с использованием портативного персонального компьютера. Поэтому необходимо обеспечить электробезопасность - система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества [ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление].

Опасность поражения людей электрическим током появляется при несоблюдении мер безопасности, а также при отказе или неисправности электрического оборудования.

В данном случае существует опасность электрического поражения в следующих случаях: при непосредственном соприкосновении с токоведущими частями во время ремонта ПК; при соприкосновении с токоведущими частями, оказавшимися под напряжением; при соприкосновении с полом, стенами, оказавшимися под напряжением. Имеется опасность короткого замыкания.

Безопасность при работе с электроустановками регламентирована ГОСТ 12.1.019-2017 [ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты], правилами эксплуатации электроустановок [ПУЭ «Правила устройства электроустановок», издание 6. – М.: Минэнерго РФ, 2000], ГОСТ 12.1.030-81 [ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление] и ГОСТ 12.1.038–82[ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов].

Допустимым считается ток, при котором человек может самостоятельно освободиться от электрической цепи. Его величина зависит от скорости прохождения тока через тело человека: при длительности действия более 10 секунд – 2 мА, при 10 секунд и менее – 6 мА.

Перед началом работы необходимо проверить исправность заземления, включить рубильник, электрическое питание компьютера, на котором планируется выполнение работы. Оборудование должно иметь изоляцию токопроводящих частей.

Применение защитных мероприятий регламентируется Правилами устройства электроустановок [ПУЭ «Правила устройства электроустановок», издание 6. – М.: Минэнерго РФ, 2000] и правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок [Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н (ред. от 15.11.2018) "Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок"]. В этих документах приведены требования к персоналу, производящему работы в электроустановках, определены порядок и условия производства работ, рассмотрены организационные и технические мероприятия, обеспечивающие безопасность работ.

Наиболее простыми и достаточно эффективными средствами защиты являются заземление или зануление. В здании система питания осуществляется через трехфазное напряжение с глухо-заземленной нейтралью, существует контур заземления.

**Пожароопасность.** Источниками возгорания могут быть электрические схемы от ПЭВМ, приборы, применяемые для технического обслуживания, устройства электропитания, кондиционирования воздуха, где в результате различных нарушений образуются перегретые элементы, электрические искры и дуги, способные вызвать возгорание горючих материалов. Для отвода избыточной теплоты в ПК существуют системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

Пожарная безопасность в помещении регламентируется СП 112.13330.2011[СП 112.13330.2011. Пожарная безопасность зданий и сооружений. СНиП 21-01-97\*] и ГОСТ 12.1.004-91[ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования].

Помещение для работы по пожарной и взрывной опасности относится к категории Г (умеренная пожароопасность) согласно СП 12.13130.2009 [СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1)].

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. В помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. Основные средства пожаротушения электроустановок под напряжением являются хладоны, порошки, диоксид углерода. Пожарный датчик, расположенный в помещении, реагирует на появление дыма (дымовой извещатель).

### **5.3 Экологическая безопасность**

С точки зрения экологической безопасности окружающей среды работа на здания (за компьютером) и сам компьютер не представляет опасности.

### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы,

стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Прогнозирование землетрясений является важнейшим мероприятием в системе контроля сейсмической обстановки.

В случае, если человек оказался свидетелем землетрясения, находясь при это в здании курортного комплекса или лаборатории, необходимо следовать следующей инструкции: не поддаваться панике и сохранять спокойствие; при первых толчках следует покинуть здание (в течение 15-20 секунд); выбежав на улицу, следует сразу же отойти от него на открытое место подальше от электропроводов, карнизов, балконов; если обстановка не позволяет покинуть здание, то необходимо спрятаться под крепкими столами, встать в дверном проеме, вблизи капитальных стен (эти места наиболее прочны, здесь больше шансов остаться невредимыми); держаться подальше от окон, теплопроводов; загасить огонь, не пользоваться спичками, может быть утечка газа; двери должны быть открытыми (их может заклинить из-за перекоса); при выходе из здания запрещается пользоваться лифтом. Спускаться по лестнице следует осторожно проверяя ее прочность. Едва закончится первая серия толчков, закройте водопроводные краны, отключите газ, электроэнергию и покиньте дом. Наиболее опасны первые несколько часов после землетрясения, в течение 2-3 часов нельзя входить в здание без необходимости.

Также, возможной чрезвычайной ситуацией, при проведении исследования может стать пожар, в случае аварий. **Пожарная безопасность** представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов. Все помещения должны быть обеспечены первичными средствами пожаротушения (багры, ведра, огнетушители, сухой песок). Подъезды и подходы к водоисточникам, местам расположения противопожарного

инвентаря и оборудования всегда должны быть свободны, в ночное время освещаться, а зимой очищаться от снега. Помещение лаборатории и камеральное помещение по пожарной и взрывной опасности относятся к категории В – пожароопасность.

В соответствии с п.109 ППБ-01-03 каждый гражданин при обнаружении пожара или признаков горения (задымление, запах гари, повышение температуры и т.п.) должен:

- незамедлительно сообщить об этом по городскому телефону 01, при этом необходимо назвать адрес объекта, место возникновения пожара, а также сообщить свою фамилию;

- принять по возможности меры по эвакуации людей, тушению пожара (воспользоваться огнетушителем) и сохранности материальных ценностей;

- в случае неучастия в пожаротушении эвакуироваться за пределы опасной зоны.

### **Вывод:**

В ходе выполнения раздела «Социальная ответственность» были рассмотрены правовые вопросы обеспечения безопасности, обозначены вредные и опасные факторы воздействия на работающего в полевых и камеральных условиях и др.

По результатам работы были предложены методы по устранению каждого из вредных или опасных факторов. Кроме того были обозначены действия в случае возникновения.

В ходе рассмотрения экологической безопасности, не было выявлено негативного воздействия на окружающую среду и на объект исследования.

## Заключение

Алжир – это динамично развивающееся государство на севере африканского континента. Экономика Алжира опирается на сильный промышленный сектор и сельское хозяйство. Экологические проблемы Алжира связаны с растущим населением, расширением городов и увеличением потребления воды во всех сферах деятельности. Все реки Алжира представляют собой временные водотоки (уэды), заполняемые во время дождей. Несмотря на огромные запасы пресных подземных вод, наиболее серьезной проблемой для исследуемой территории является загрязнение и истощение ресурсов подземных вод, являющихся практически единственным источником водоснабжения. Государство следует выбранной экологической политике, которая соответствует логике устойчивого развития, обеспечивающей социальный баланс с целью улучшения повседневной жизни жителей Алжира, и вкладывает огромные средства в решение экологических проблем. Исследуемая территория долины Мзаб в вилайе Гардая располагается к северу от центра страны на севере Алжирской части пустыни Сахара. В 1982 году долина Мзаб занесена в список объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО.

Рельеф исследуемой территории достаточно сложен. Поднятие Мзаб, протягивающееся в меридиональном направлении от Лагуата к Эль-Голеа, с запада ограничивается массивом песков большого западного Эрга. Поднятие Мзаб условно делится на два района: на севере район дайма, на юге шебка. Южная часть Мзаба настолько изрезана уэдами, что превратилось в беспорядочное чередование хребтов и останцов. Шебка представляет собой известняковое плато, изрезанное сетью запутанных долин древних рек, являющихся остатком гидрографической сети, долина Мзаб является ее неотъемлемой частью. Склоны долин достаточно крутые и водонепроницаемые, что способствует формированию максимальных значений стока. Долина Мзаб характеризуется континентальным климатом пустыни, сухим и жарким летом. Суммы осадков в исследуемом районе

значительно ниже, чем возможность их испарения, если в холодный период года испаряемость выше количества осадков в 10-25 раз, то в жаркий период года свыше 200 раз. Поверхностных водотоков в районе исследования нет.

Одной из основных, самых характерных и поразительных черт исследуемого района являются очень редкие сахарские дожди. Ливни в Сахаре превращают широкие сухие долины в течение нескольких часов в мощные потоки. Паводки бывают очень кратковременными, но исключительно бурными и внезапными. Распределение паводков по месяцам года носит неоднородный характер, наибольшая вероятность паводков приходится на сентябрь и апрель. Наибольший вклад в формирование поверхностного стока уэда Мзаб вносят уэды Эль Абиод (49%) и Лаадхира (23%). Единственным источником поверхностного водного стока являются редко повторяющиеся атмосферные осадки с максимальной интенсивностью. Осадки характеризуются неравномерным распределением в течение года и большой изменчивостью от года к году. Экстремальность осадков очень высока. Характерной особенностью долины Мзаб, является высокая доля (0,3-0,4 до 0,83) осадков за месяц по сравнению с суммой за год, свыше 80% годовых осадков может выпасть за один день. Причинами катастрофического наводнения в г. Гардая в 2008 году были как природные особенности: рельеф, водонепроницаемые горные породы (отсутствие инфильтрации поверхностного стока); экстремальные значения осадков, выпавшие в течение нескольких часов и недостаток инженерных сооружений (плотин), задерживающих поверхностный сток в долине Мзаб и верховьях русловой сети. С другой стороны в зоне затопления были жилые объекты и население, которое не было заранее предупреждено о надвигающейся катастрофе. Это привело к человеческим жертвам. Для минимизации последствий наводнений и изучения процесса образования наводнений автор предлагает создать систему наземного мониторинга в долине Мзаб. Предложена схема установки датчиков, которые будут измерять количество выпавших осадков и передавать информацию для принятия решений.

### **Список публикаций**

Захуани М. Причины катастрофического наводнения в 2008 года в г. Гардая // Проблемы геологии и освоения недр Труды XXIII Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск, 2019.

## Список литературы

1. Mr KOULLA Yacine (Juin 2018),. Etude critique des projets réalisés dans le cadre de la protection de la Commune de Ghardaïa contre le risque d'inondation, page 126.
2. Географическое положение Алжира на Африканском континенте google map  
[<https://www.google.com/maps/@28.1830776,5.5912226,4.92z?hl=fr>]
3. Физическая карта Алжира <https://geography-a.ru/alzhir.html>
4. Пантелеев И. Я. Голубев С. М. Подземные воды Алжира. М, « Недра», 1978, 212 с, ( Союзоргтехводстрой).
5. Гидрогеологические особенности Северной Африки на примере Алжира. <http://www.pandia.ru/text/77/28/92939.php>
6. Fery Andika Cahyo, Geological Setting Of Algeria // Regional Geology, Sedimentology & Stratigraphy, Tectonic & Structural Geology, Hydrogeology and Analogue Experimental Modeling. – July 4, 2013 // доступ из сети интернет  
<https://gprgindonesia.wordpress.com/2013/07/04/geological-setting-of-algeria/>
7. Климатическая карта Африки по Кеппену <https://natworld.info/raznoe-o-prirode/harakteristika-klimata-afriki-karta-tipu-i-klimaticheskie-oblasti>
8. Office National des Statistiques доступ из сети интернет:  
<http://www.ons.dz/>
9. Agence nationale de développement des investissements, Algérie, 2017. Доступ из сети интернет: <http://www.andi.dz/index.php/ar/>
10. Economie de l'Algérie, Доступ из сети интернет: <http://cutt.us/O3iE8>
11. Office URBATIA (2008), PDAU(le Plan directeur d'aménagement et d'urbanisme), page 290.
12. Ministère de l'intérieur et des collectivités locales et de l'urbanisme, 2018. доступ из сети интернет: <http://www.interieur.gov.dz/index.php/ar/>
13. M. Rachid. Z . (2013) Laboratoire de Mobilisation et de Valorisation des

- Ressources en Eau. Page 145. Доступ из сети интернет: <http://cutt.us/vN8T5>.
14. Portail Algérien des Energies Renouvelables доступ из сети интернет: <https://portail.cder.dz/spip.php?article3531>
  15. Journal du soir (2016), доступ из сети интернет: <https://www.el-massa.com/dz/>
  16. Radwan. S. (2010) Gestion de l'eau potable dans la vallée de M'zab, page 125.
  17. Yamani, K., Hazzab, A., Sekkoum, M. et al. Mapping of vulnerability of flooded area in arid region. Case study: area of Ghardaïa-Algeria Model. Earth Syst. Environ. (2016) 2: 1
  18. M. METTAS. Y. (2010) Application des techniques de la géomatique à la gestion des risques naturels. Cas d'inondation de la ville de Ghardaïa. Page 99.
  19. Source des données "Office National de la Météorologie Agence de Ghardaïa (Noumérat)". Доступ из сети интернет: <http://www.meteo.dz/>
  20. DUBIEF J. (1963): Le climat du Sahara. Institut des recherches sahariennes. Mrmoire hore serie, tome 1 et 2. Alger, 275p.
  21. База данных: немецкая служба погоды, Доступ из сети интернет: [ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/help/stations\\_list\\_CLIMAT\\_data.txt](ftp://ftp-cdc.dwd.de/pub/CDC/help/stations_list_CLIMAT_data.txt)
  22. Источник - Управление метеорологии вилайя Гардая.
  23. Brahim, B. (2010), Evaluation hydrochimique des eaux souterraines de la vallée du M'Zab: Cas de Oued Labiod, page 97.
  24. Boutelhig. A, Melit. A, Hanin. S. Groundwater soures assessment for sustainable supply through photovoltaic water pumping system, in M'zab vally, Ghadaia//??(2017)
  25. Савичев О.Г. Инженерно-гидрометеорологические изыскания и гидрологические расчёты. Учебн. пособие. Томск: Изд-во Томск.политехн.ун-та, 2017. – 363 с.
  26. Bonnard et Gardel (BG)., 1996. Etude hydrologique de l'Oued M'Zab.

- Editeur : R. Kerbachi, R. Joumard, M. Boughedaoui, T. Goger. 194pages.
27. Boulaghmen F, Benouar D, Kalbaza M. Management of flood risk in the center of Ghardaia city with a geographic information system (SIG) after the flashflood of 1st October 2008.
  28. Déluge de Ghardaïa 2008. Доступ из сети интернет <http://cutt.us/iI3IP>.
  29. Метеостанции земного шара по данным ВМО, доступ из сети интернет: <http://www.wmo.int/cpdbmap/#volume-a/ol3>
  30. Bureau des ressources en eau, wilaya Ghardaia, Доступ из сети интернет: <http://www.mree.gov.dz/ghardaia/?lang=ar>
  31. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003 (с Изменением N 1)
  32. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2013 г. N 986 "О классификации гидротехнических сооружений".
  33. Н.А. Гаврикова, Л.Р. Тухватулина, И.Г. Видяев. (2014) финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, стр.74
  34. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/1>
  35. СП 60.13330.2016 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003 <http://docs.cntd.ru/document/456054205>
  36. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности <http://docs.cntd.ru/document/1200118606>
  37. ГОСТ 12.1.029-80 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация <http://docs.cntd.ru/document/5200292>
  38. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений <http://docs.cntd.ru/document/1200105707>

39. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* <http://docs.cntd.ru/document/456054197>
40. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (с изменениями на 15 марта 2010 года)
41. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 "Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий" (с изменениями на 15 марта 2010 года)
42. ГОСТ 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты <http://docs.cntd.ru/document/1200161238>
43. ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/5200289>
44. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1) <http://doc>
45. ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/gost-12-1-004-91-ssbt>
46. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1) <http://docs.cntd.ru/document/1200071156>
47. СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений (с Изменениями N 1, 2) <http://docs.cntd.ru/document/871001022>

## ПриложениеА

(обязательное)

### Conditions of the formation of surface water flow in the valley of Mزاب (Province of Ghardaia, Algeria)

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ВМ72	Захуани Мустафа		

Консультант школы отделения (геологии) ИШПР

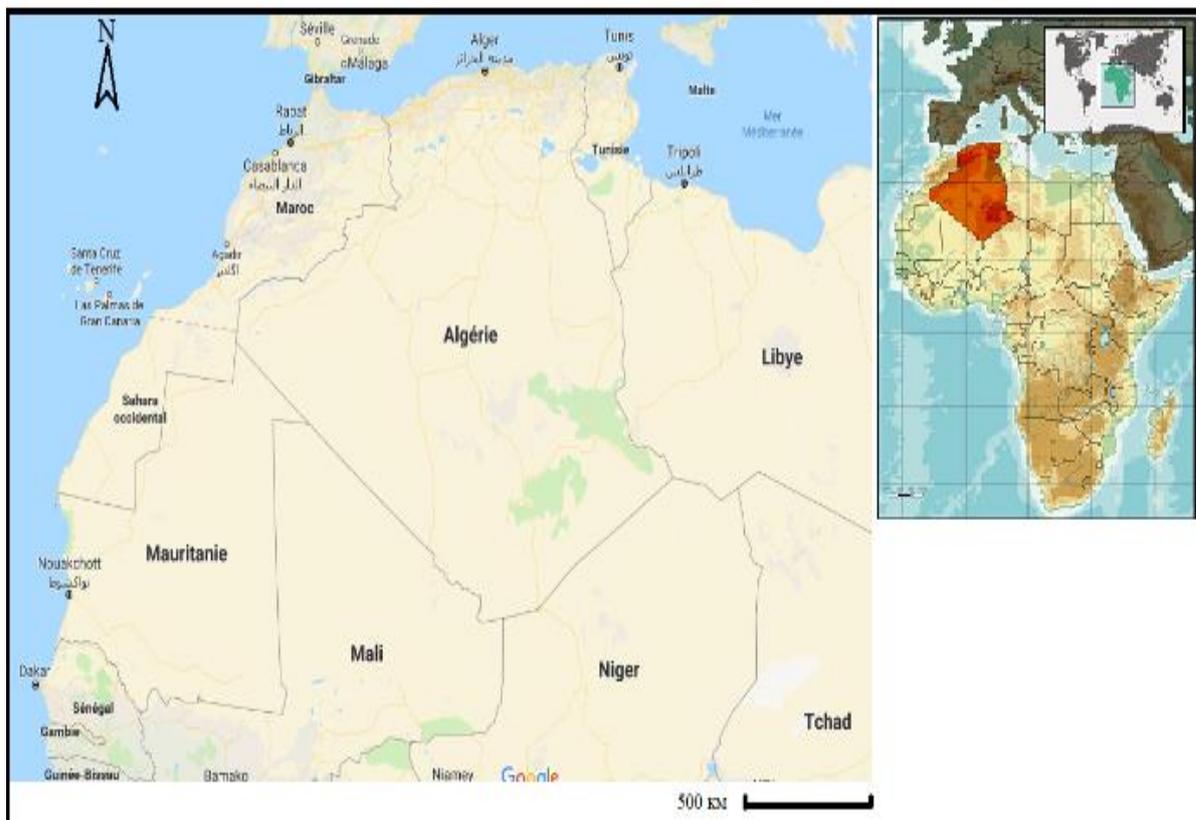
Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОГ	Решетько М.В	к.г.н.		

Консультант – лингвист отделения (ОИЯ) школы ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОИЯ	Гутарева Надежда Юрьевна	к.п.н.		

## 1. Physiographic characteristic of the territory of Algeria:

Algeria – one of the largest and developed countries of Africa. It is located in the north of the continent (Pic 1). The total area of the country is 2,381,740 sq.km. The coastline is along 1400 km. The territory of the country occupies the central part of the "Atlas" mountain system and the North of the Sahara Desert. The relief of northern Algeria is presented by two main ridges - Coastal (or Tel-Atlas) both the Saharan Atlas and intermountain plains. The highest point is the "Ahaggar" Mountains. The territory of the Sahara is covered with stony deserts – hmada and sandy – erg. Borders with Morocco are in the West, with Tunisia and Libya – in the east, with Niger, Mali, and Mauritania – in the south. From the North, it is washed by waters of the Mediterranean Sea. Algeria belongs to the countries of Maghreb "the Arabic West".



Pic A.1. – A geographical location of Algeria on the African continent.

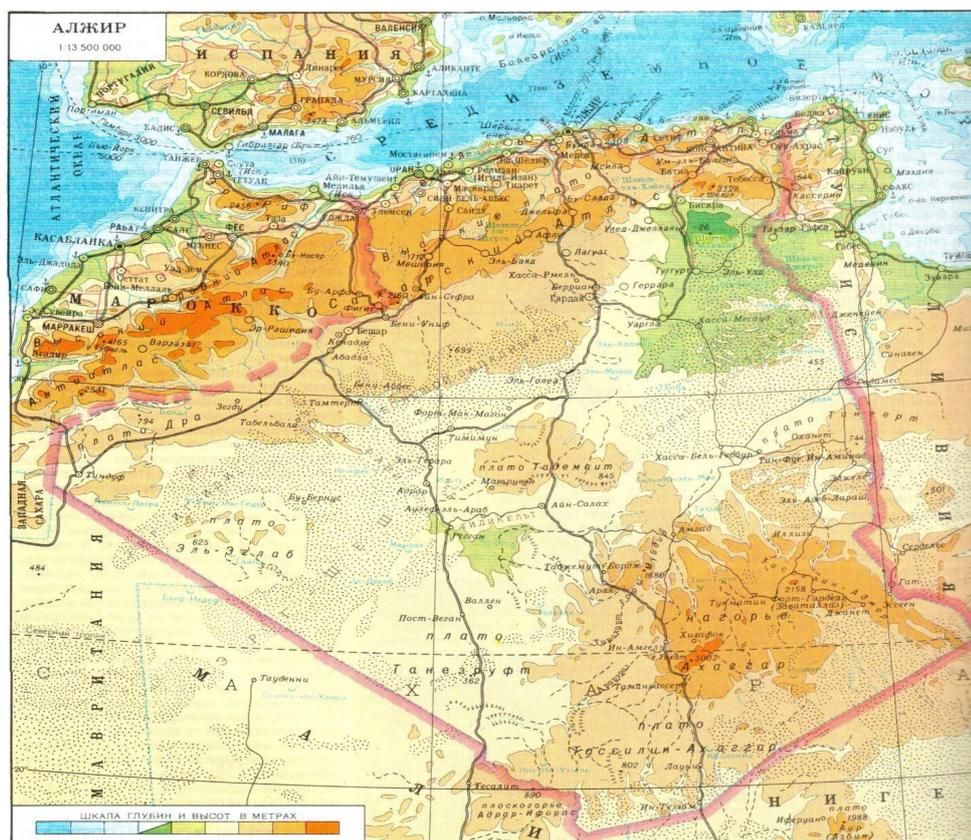
(On the basis of Google map [1])

Because of the big distance from the North to the south, the territory of Algeria is located not only in different natural zones but even in different belts.

Northern Algeria occupies the central part of the Atlas natural area entering a subtropical zone of the Mediterranean on the outskirts of Africa. The main part of the country is occupied with tropical semi-deserts and the Sahara Deserts, i.e. belongs to a tropical belt of trade winds of the northern hemisphere. The geological structure, a relief, hydrography of these two adjacent natural areas, their soil and vegetable cover and fauna are different. Thus, the nature of Algeria has a dual character.

Though Northern Algeria occupies less than 1/2 territories, more than 90% of the population and almost all economic life of the country are concentrated there. The influence of the Sahara on the nature of Northern Algeria is very strong. It enhances the African specifics of nature, creating its essential differences from the countries of non-African Mediterranean.

The mountain chain of Tell-Atlas passing in the north of lengthways coast is cut by a few bays and plains. Lowlands around the cities of Algeria and Oran are densely populated. Small gulfs are used for a fishery, export of iron ore and oil. Tell-Atlas towers above sea level more than on 1830 m and includes massifs Tlemcen, Big and Small Kabiliaand Medjerda (Pic. 2).



Pic A.2 – The physical map of Algeria [2]

At average heights bushes of the Mediterranean type and the wood of a pith oak meet. On higher marks, cedar and pine forests once grew, but as a result of cuttings, fires and pastures of the cattle many mountainous areas turned into the heathland covered with a bush.

The southern part of Tell-Atlas represents the high plateau with an average height of 1070 m. This area is characterized by semi-arid climatic conditions with an annual amount of precipitation of 250-510 mm. In more humidified areas cultivate grain and a grass an alpha (esparto) which fibers serve for the production of ropes, fabrics and high-quality paper. The salt lakes (called shot) and saline soils meet on lower marks an arid climate. The Sahara Atlas located further away to the South rises by the height of 150 m over the level of the plateau and then goes down to the Sahara more than on 300 m. The most sublime part of the Saharan Atlas is mountain Systems Ksur, Amur and Oled-Nail. The annual amount of precipitation on northern slopes makes about 510 mm, on southern – 200 mm. Thanks to a

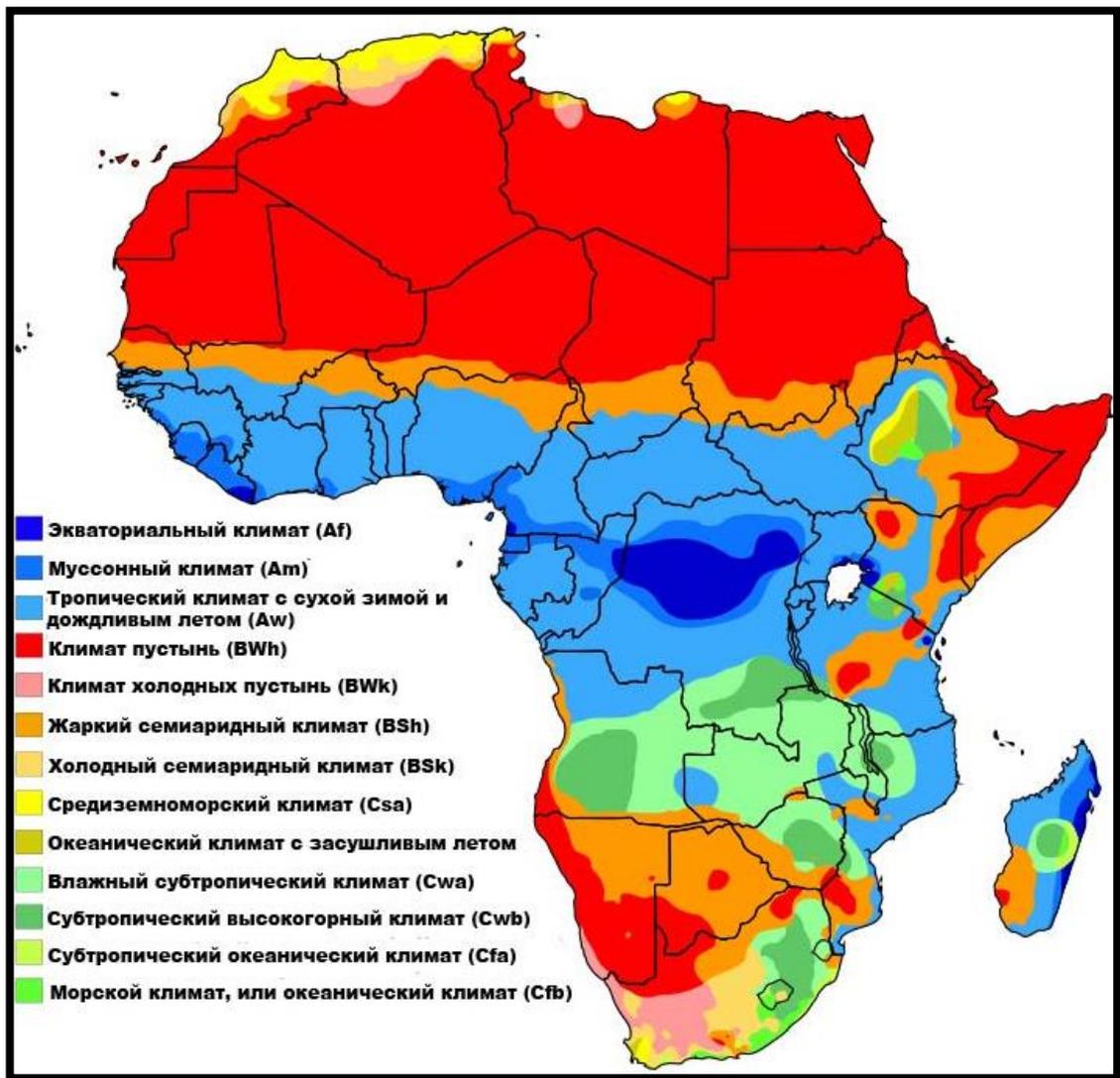
plentiful grass cover the Sahara Atlas serves as the comfortable region of a pasture of the cattle.

The rest of the country is occupied by the Sahara Desert. An average mark of height in the Sahara – about 460 m. Around the Ahaggar array (Ahaggar) near the southern border of Algeria, there is the highest top of the country Mount Takhat – 2908 m. A big part of the Sahara is occupied by gravelly and pebbly deserts (hmada and a reggae), and about 1/4 part – sandy deserts (erg). In the afternoon hot, sometimes temperature reaches 35 °, but nights cool. Rainfall is extremely rare. The date palm tree grows in oases, in the conditions of constant irrigation. The wells dug in the dried-up beds of the rivers in many places are sources of water supply the underground waters arriving on a surface through artesian wells and a foggar – the horizontal tunnels dug under a small bias are used.

## **2. Climate of Algeria:**

The climate of Algeria – the subtropical Mediterranean in the north and tropical dry in the Sahara (on the classification of climates of Alisov B.P.). Winter on the coast is warm rainy (12 °C in January), in mountains – cool (snow lies from 2-3 weeks), in the Sahara it depends on the time of the day (at night below 0th °C, day of 20 °C). Summer in Algeria is hot and dry. An annual amount of precipitation from 0-50 mm in the Sahara up to 400–1200 mm in the chain of Atlas Mountains.

In Algeria practically everywhere, the average monthly temperatures are even above 0th °C in the coldest month (January), except for mountainous areas with heights more than 1600 m. The difference in the temperature in January on the coast, in internal areas and in the southern mountains of the Atlas on average is about 5 °C. Distinctions of summer temperatures (the hottest month's – July-August) average 1-2 °C. According to Köppen climates classification, (Pic 3) in the north of Algeria, it is possible to note the Mediterranean climate (Csa), a frigid seven-arid climate (BSk) and climate of cold deserts (BWk), for ¾ territories of Algeria the climate of deserts (BWh) is characteristic.



Pic A.3 – Climate Map of Africa by Köppen [3]

According to [4] the average minimum temperature is below 0 °C. In Northern Algeria are noted only in certain areas, but days on the coast happen to frost annually. Absolute maximum temperatures are high everywhere and even in the northern part almost everywhere reach 40 ° and more (in the Saharan Atlas – about 50 °, and in the valley of the Shelf River the absolute temperature maximum of Northern Algeria – above 50 °C is established).

The climate of Northern Algeria is defined by the position of two main air fronts – polar and tropical and depends on the movement of the related air masses. During the winter, when the Mediterranean Sea, especially in the western part, is warmer than North Africa, Northern Algeria is affected by cyclonic activity and the damp air masses brought in connection with it from Atlantic. At this time in certain

places of the mountain coast of the draft even surpass norms of a moderate belt. In the summertime when the constant Azorsky anti-cyclone is displaced to the North, the territory of Northern Algeria joins in a zone of its influence. Over the country, for long months the anti-cyclonic mode with dry winds and high temperatures is set.

The difficult relief causes essential local distinctions of weather during the whole year, and quite often in Northern Algeria in short distances different climatic conditions are observed. The formation of the climate of Northern Algeria is strongly influenced by the relief of neighboring Morocco. The Moroccan massif exceeding heights of Algeria detains the moisture going to North Africa from the West. For this reason, the low northwest part of the country (the district of Oran) appears more droughty, than coastal mountainous areas in the center and in the east which are higher and are put more forward to the North. These areas receive the maximum quantity of rainfall in the country but are the barrier depriving the region of a considerable part, the boundary with Tunisia, of the moisture brought from the West.

The Algerian Sahara which is relating to a continental part of a tropical belt and being the field of the greatest warming up of ground layers of air not only influences all atmospheric circulation within Algeria but also directly influences to the south an atlas part, enhancing its climatic differences from more northern areas.

Summer, even not too high temperatures are not easily tolerated by people and animals. In the coastal strip and adjacent areas, this is due to high humidity, as well as a small decrease in temperature at night. In the more southerly regions, where the average temperatures of the summer months are close to 30 °, the heat is transferred particularly hard due to the drying winds — the sirocco. Under this name, the winds of southeastern blowing from the deserts often unite. Cirocco is like dry winds, they are especially destructive for crops in spring or early summer. During the year in Northern Algeria, it can be up to 30–40 days from sirocco.

Climate as a whole is characterized by an insignificant cloudiness and a very long sunshine duration, which is important for agriculture. Particular difficulties are created not so much by the general aridity of the climate, but by the irregularity of precipitation over the seasons. Abundant rainfall, falling in the form of powerful

short showers, is also useless and sometimes harmful to the economy. Therefore, the average annual rainfall in a country that is semi-arid in the north and arid in the south is only of relative importance for economic assessments. In Northern Algeria, Big Kabiliya is rich in atmospheric precipitation, although it is unevenly distributed throughout the area. They are smaller in the west, more in the east. On average, they are equal to 800 mm/year. In the east, this rate increases to 1,200 mm, reaching in some places the maximum for the whole country — 1,700 mm / year. The average annual amount of precipitation in the Little Kabilya is the highest in the country and reaches 1200 mm, and in the central and northern parts - 1600 mm [4]. In the western part of the Orange Plains, the amount of precipitation does not exceed 400 mm, in the eastern part it falls to 300 mm/year.

Atmospheric precipitation drops out generally in the form of rains, but in winter time over mountainous northern areas snow quite often drops out. Approximately time in 10 its year's drops out very much that traffic is at a loss and communication is broken. For the highest Tell-Atlas arrays and Kabiliya, Ores and even the Saharan Atlas snow – the normal phenomenon in the winter also in Djurdjura and Babarana mountainous areas. Loss of snow has essential value for agriculture as it, in addition, humidifies the soil on the eve of sowing works. Unlike Morocco in Algeria snow does not play an essential role in food of the rivers. Snow cover usually keeps no more than 5 days in a year and only in certain mountainous areas – up to 20 and more. The hail which is dropping out most often during thunderstorms in the spring and at the beginning of summer is dangerous. Hailstones sometimes weighing 100 g and more ruin crops, kill the cattle. In the Sahara the amount of precipitation gradually decreases from the Algerian Atlas to the South, in depth of the desert, making 5-10 mm/year in the Areas of Tidikelt and Tanezrouft. Except for rainfall in the form of rain, the "hidden" rainfall, i.e. condensation rainfall are allocated. Their size is 40-45 cm<sup>3</sup> / m<sup>2</sup> (or 0.045 mm) in the basis of dunes. At so insignificant rainfall the high evaporability is observed: in Tuggurt 2818 mm, in Ghardaia 3851 mm, in the Ain Salah of 5171 mm.

### **3. Geological structure and relief:**

On an environment northern (Atlas) and southern (Sahara), the areas of Algeria sharply differ. A northern part – typically the highland with the high intensively dismembered ridges extended mainly in the northeast direction, both extensive intermountain and coastal plains. The southern part of the country entirely lying along the empty Sahara, the huge plateau with certain mountain massifs and deep hollows, sometimes with marks below sea-level [4].

The Sahara (part of the ancient African platform) and the Atlas (sector of the Mediterranean geosynclinals belt) in the territory of Algeria, whose differences in the geological structure, are distinguished - separated by the South Atlas Fault (see Appendix 2). In the south of the Sahara region, the Ahaggar shield (Ahaggar) is distinguished, in the south-west - El-Eglab (Regibat). They are composed of crystalline rocks of the Archaean, metamorphosed by volcanic-detrital and carbonate sediments of the lower Proterozoic and Riphean-Vendian; Geosynclinal-orogenic volcanogenic sedimentary deposits, Taurirt granites (650-500 Ma) are also widely developed in Ahaggara. The platform cover is formed by marine terrigenous-carbonate sediments of the Riphean-Vendian (especially in the Reggatsky massif), Paleozoic lagoon-continental and marine sediments (thickness 1.2-3.8 km), sandstones and Triassic evaporites, clays and sandstones of the Jura-Neogene [1].

In the case of the Sahara plate, syncline's (Tindouf, West and East Sahara) are distinguished, separated by elevations, and the Ugarta zone, which is aulacogen (deep and narrow graben in the basement of an ancient platform covered by a platform cover, is an ancient rift filled with sediments) the folding of which manifested itself at the end of the carbon. Ore deposits of uranium, tin, tungsten, rare metals and gold in Ahaggar are associated with Riphean-Vendian volcanic rocks and granites. In the Tindouf syncline, among the Paleozoic clay-sandy deposits of the platform cover, the largest deposits of iron ore are localized, in the south of Ahaggar - promising uranium deposits. The anticlines in the sediments of the cover on the northern dive of Ahaggara contain unique deposits of oil (Hassi-Mesaoud) and gas (Hassi-Rmel) [4].

In the folded Atlas region, evaporites, gypsum-saline clays, and red Triassic clastic rocks are developed, overlapped by marine terrigenous-carbonate sediments and carbonate-terrigenous flysch (Jurassic, chalk, Paleogene). In the north, Neogene is represented by marine volcanogenic-sedimentary, clay-carbonate, in the south - by continental sediments [4].

In the Tel Atlas, the Mesozoic – Cenozoic folded rocks (up to the Middle Miocene, inclusive) form a series of tectonic covers displaced from north to south. In the coastal zone, andesites and Neogene granitoids are slightly developed, and in the Bolshaya and Malaya Kabilia massifs, there are metamorphic Precambrian rocks and Paleozoic schists, which project to the surface. South of Tel-Atlas there is a platform block of the High Plateaus (Oranskaya meseta), where the folded Hercynian basement is covered with a low-power, low-deformed cover of the Mesozoic - Cenozoic. In the hands, terrigenous and volcanogenic-shale Paleozoic rocks are exposed, crushed and broken by Hercynian granitoids. To the south of the High Plateaus, there is a moderately folded zone of the Sahara Atlas, formed on the site of the Mesozoic trough. In general, a near-latitude folds and faults of the eastern and northeastern (or "Atlas") strike prevail in the Atlas region, as well as sub-meridional "Red Sea" faults, which are superimposed on the Tel-Atlas seams in northern Algeria. Longitudinal and transverse faults cause the placement of volcanic rocks, evaporite diapirs and the most important ore-bearing zones with deposits of ores of ferrous and non-ferrous metals in the Atlas region. In Northern Algeria, ores of iron, zinc, lead, copper, antimony, mercury and various types of non-metallic raw materials are associated with the Mesozoic-Cenozoic rocks [4].

The territory of Algeria is characterized by high seismicity, which is associated with the movement of faults and fractures in various zones of Northern Algeria. Tel-Atlas is the most seismic (6-7 points), within its limits are coastal zones (Tenes-Cherchell, Oran-Mostaganem, and Shelif).

According to [4], the surface of the northern part of Algeria is formed by the complexly structured, as a rule, Meso-Cenozoic rocks, which have been affected in part by the Hercynian and fully Alpine orogenesis (the Paleozoic rocks are exposed

by separate spots). Predominantly Precambrian, Paleozoic, and Mesozoic deposits are developed in the Sahara districts of the country, with the former making up relatively calmly (traces of Paleozoic folds are found). Paleogene-Neogene sediments in the Saharan regions have limited distribution and most often of continental origin. In the future, we will call the northern part the Algerian Atlas, and the southern part the Algerian Sahara.

### **3.1 Algerian Atlas:**

The Algerian Atlas lies in the central part of North-West Africa. This distinct geographical protrusion of the African continent is completely captured by the mountain-folded structures of the Alpine geosynclinal system. To characterize the relief of the Atlas region of Algeria, we present the following data (Gornung 1958): the average height of the region is more than 900 m; the area of mountain ranges with altitudes of 1600–2000 m and higher is a little over 1% of the entire territory; more than 50% of the territory falls on elevated plains, about 5% on lowland plains, about the same on the hilly areas bordering them with heights of 200-400 m. The rest of the territory is occupied by areas with heights of 400-800 and 1200-1600 m.

The boundary between the two heterogeneous structures is the South Atlas regional deflection. He is the natural boundary between the two natural areas of Algeria [4].

The geographical position of the Algerian Atlas and the complex structure of its surface have determined here the allocation of at least four zones, within which there is a commonality of the main natural factors:

1. The coastal mountain ranges and coastal plains;
2. The mountain ranges and intermountain valleys of the Tell Atlas;
3. The high plains of Algeria;
4. The mountain ranges of the Sahara Atlas.

The first two zones according to geological features and development history are divided into two parts, western and eastern (approximately along the meridian of the city of Algeria).

1. The coastal mountain ranges' zone and coastal plains. Three large massifs stand out among the coastal mountain ranges: the Paleozoic massifs of the Great and Small Kabilia in the east and the Meso-Cenozoic Dahra massif in the west. Paleozoic massifs with elevations of 800-1000 m from the south are framed by mountain chains with typically alpine peaks (up to 2300 m, for example, Djurdjura, Pic. 2), composed of Jurassic and Cretaceous limestone's. Together, they constitute a single orographic complex, separated from the mountain ranges of the second zone by a system of intermountain valleys. The northern slopes of Kabilskhnh (as well as Dahr - the highest point of 1579 m) of the massifs abruptly fall off the sea, forming a rocky coast typical for Algeria with a limited number of large bays.

In the western part of the first zone, small uplifts of the type of hilly ridges are also known - the Orange and Algerian Sahel's, with peaks of about 600 m.

2. The zone of mountain ranges and intermountain valleys of the Tell Atlas. The division of this zone into western and eastern parts is also legitimate and based on the difference in the main features of their geomorphology and the last stages of the history of geological development. In the western part, the mountain ranges (Tlemcen, Varsenis, etc.) alternate with large intermountain plains (Bel-Abbes, Maskara, etc.) and medium-altitude mountain ranges (Beni-Shugren, Sayda, Tiaret, etc.).

In the eastern part, the mountain structures of the Atlas system (Blidsk Atlas, Biban, Chodna, Constantine, Mejerd Mountains, etc.) continue, but here they are distinguished by the predominance of the middle mountains. Hilly and relatively flattened relief, lesser intensity of erosion processes and the absence of clearly defined intermountain plains. In the western part of the zone, Jurassic rocks and to a lesser extent, Cretaceous, in the eastern part — Cretaceous and younger are widespread [4].

3. Zone High Plains. Between the mountain structures of the Tell and Sahara Atlases in the vast territory stretched in the same as the mountains, the northeastern direction, there are sprawling expanses, starting in Morocco and exciting almost the

entire middle part of the Algerian Atlas. In Morocco, they are called Meseta, in Algeria, the Middle Plateau, the High Plateaus, or the High Plains.

In the southwestern part of the steppe are located at an altitude of 1000-1200 meters. To the northeast, their marks gradually drop to 400 meters. The most characteristic feature of this zone is the alternation of large depressions filled with salty Shotta lakes (Shergi, Zahrez-Gharbi, Khodna, etc.) and internal short, relatively low mountain ranges (Schellala, Jebel Nador, SebaRus, etc.) or plateau-shaped elevations (Sersu, Taga, etc.).

According to a number of natural historical signs, the High Plains zone can be divided into three parts:

- Western, mainly steppe;
- Central-mountain-steppe;
- Eastern, representing a closed basin with absolute elevations lowered for the whole zone.

The climate of the High Plains is close to the arid one, as a result of which the area was previously called "Little deserts" (Bernard, 1949). As for the eastern hollow with Chodn's shot, some researchers (Capo-Rey, 1958) include it in the Sahara desert (along the border of the distribution of date palms).

4. Zone of the Sahara Atlas mountain ranges. The transition to them from the High Plains is hardly noticeable - the excess of mountains over the plains in the western part is only 100-200 m.

The mountains of Ksur, Amur, Oled-Nail, etc. composing the western part of the Sahara Atlas, which are composed mainly of Cretaceous rocks, have the form of short folds, separated by intermountain depressions. The average heights of the ridges do not exceed 1400–1500 m, individual peaks reach 2000 m. Simple smoothed structural forms (cuestas, table tops, etc.), poorly dissected by water erosion, predominate. The mountains of the eastern end of the Sahara Atlas, in particular, the Tbessa range, continuing to the territory of Tunisia are eroded somewhat more intensively. Against the background of a relatively calm relief forms inherent in most of the mountain structures of the Sahara Atlas, the Ores massif

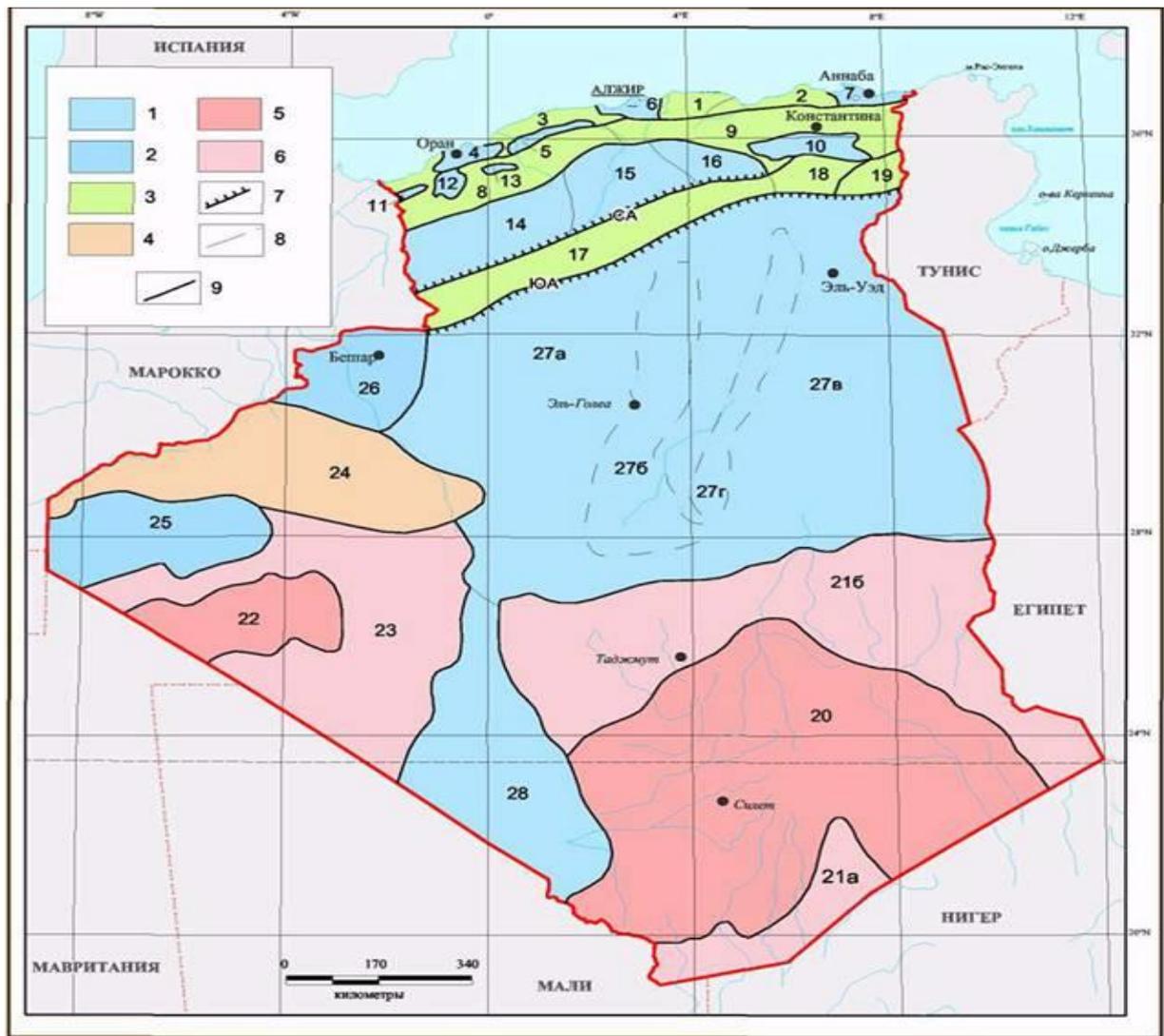
stands out sharply. It is intensively dissected, its tops often exceed 2000 m. Here is the highest point of the northern part of the country - Mount Shelia (2328 m). The ridges are cut by deep valleys, narrowing in places to the gorges. The Cretaceous and Paleogene rocks composing the massif are heavily fractured and have been affected by several phases of Alpine orogenesis.

### **3.2 Algerian Sahara:**

This natural area of Algeria occupies the central portion of the northern part of the Sahara platform, which forms the northern end of the African Plateau. Within the region, the average marks of this plateau vary from 300 to 400 m, the highest mark reaches 3,000 m (Ahaggar Highland), the lowest - minus 26 m (Melgir depression). The main types of relief of the Sahara region are gravelly (regi), rocky (hmada) and sandy (erg) deserts. There are stoloobraznye hill, often cuesta type. A significant place in the south of the region occupies a vast mountain massif Ahaggar.

### **4. Hydrogeological conditions:**

In the Algerian Atlas, two types of hydrogeological areas are distinguished - mountain-folded hydrogeological areas and artesian basins. In the Algerian Sahara, in addition, hydrogeological massifs and their slopes are distinguished. On the map of hydrogeological zoning and in the text, a uniform sequential numbering of hydrogeological areas for both natural areas of the country and zones within these areas is adopted (Fig. 4). A description of the hydrogeological features of Algeria is given by [4].



Pic A.4. – the scheme of hydrogeological zoning of Algeria [1, 4]

Legend: 1 - Meso-Cenozoic artesian basins, 2 - Paleozoic artesian basins, 3 - Mezo-Cenozoic mountain-folded regions, 4 - Paleozoic mountain-folded regions, 5 - Precambrian hydrogeological massifs, 6 - artesian slopes Precambrian 7 - the main tectonic zones: the North-Atlas fault (above), the South Atlas marginal deflection (below); 8 - boundaries of hydrogeological areas and their numbers; 9 - zone boundaries. For the entire territory of Algeria, in [7], the following independent hydrogeological areas are singled out:

Legend: ALGERIA ATLAS. The first zone: Mountain-folded hydrogeological areas of the Mediterranean coast: 1) Great Kabiliya, 2) Small Kabiliya, 3) Dahra. The artesian basins of the coastal plains: 4) the Orange Plains, 5) the Nizhny Shelif Plains, 6) the Mitija Plains, 7) the Annaba Plain. Second zone: Mountain-folded hydrogeological regions of the Tell Atlas: 8) West Tell; 9) Eastern Tell. The artesian basins of the intermountain plains of the Tell Atlas: 10) the raised plains of Constantine; 11) Severo-Tlemsensky (Plains of Gosels and Abdelis); 12) Bel-Abbess (plain of the same name); 13) Maskara (Egris plain). Third zone: Artesian basins of the High Plains: 14)

Shergi; 15) Shellalinsky; 16) Hood. The fourth zone: Mountain-folded hydrogeological areas of the Sahara Atlas: 17) the western part of the Sahara Atlas; 18) Ores; 19) Eastern end of the Sahara Atlas [4].

Legend: ALGERIA SAHARA. Hydrogeological areas and subdistricts: 20) Precambrian hydrogeological massif Ahaggar; 21) the artesian slopes of the Paleozoic framing of the Ahaggar massif: a) the Tassilin-Ahaggar plateau, b) the state of Tassilin-Adjer; 22) Precambrian hydrogeological massif Eglab; 23) Artesian slope of Paleozoic framing of Eglab massif; 24) the mining-folding hydrogeological region of the Paleozoic Ugarth chains; 25) artesian basin of the Paleozoic syncline of Tindouf; 26) artesian basin of the Paleozoic synclinorium Bechar; 27) Big Sahara Mezo-Cenozoic artesian basin (Algerian-Tunisian): a) western part - Saur, b) central part (area of chalky uplifts), c) eastern part - Low Sahara, d) superimposed artesian basin of Eocene trough (Ueda Geer ); 28) artesian basin of the Tanesruft hollow.

Algeria has seven main aquifers or horizons with uneven, but rather high water abundance, which makes it possible to consider them as an important and often the only source of drinking water supply for the population, agriculture or industry.

According to [4], by assignment to certain stratigraphic subdivisions - independent or grouped - they received (top-down in the section) corresponding names:

1. Aquifers in alluvial, lake and other continental sediments - groundwater;
2. The auriferous complex in undifferentiated Lower Quaternary and Pliocene continental sediments - Pliocene-Lower Quaternary;
3. The aquifer complex in undifferentiated marine and continental deposits of the Miocene and Pliocene - the Mio-Pliocene;
4. The aquifer complex in the Lower Eocene limestone's - Eocene;
5. The aquifer complex in carbonate Upper Cretaceous sediments is the most abundant in Turonian - Upper Cretaceous;
6. The aquifer complex in the Lower Cretaceous sediments - the most common and watery - Lower Cretaceous;
7. Aquifers in the Jurassic sediments, distributed mainly in the Atlas part of the country.

In addition to these, water is also released in undifferentiated Paleogene and Paleozoic sediments, which have a sporadic distribution and play a secondary role in the hydrogeology of the country.

#### **4.1 Hydrogeological areas of the Algerian Atlas:**

The first zone:

The mountain-folded hydrogeological areas of the Mediterranean coast: 1) Great Kabiliya, 2) Small Kabiliya, 3) Dahra (see Fig. 4).

The artesian basins of the coastal plains: 4) the Orange Plains, 5) the Nizhny Shelif Plains, 6) the Mitija Plains, 7) the Annaba Plain.

The second zone:

Mountain-folded hydrogeological areas of the Tell Atlas: 8) West Tell; 9) Eastern Tell.

The artesian intermountain plains basins of the Tell Atlas:

10) The Elevated Plains of Constantine; 11) Severo-Tlemsensky (Plains of Gosels and Abdelis); 12) Bel-Abbess (plain of the same name); 13) Maskara (Egris plain).

The third zone:

Artesian basins of the High Plains: 14) Shergi; 15) Shellalinsky; 16) Hood.

The fourth zone:

The mountain-folded hydrogeological areas of the Sahara Atlas: 17) the western part of the Sahara Atlas; 18) Ores; 19) Eastern end of the Sahara Atlas [4].

Below is a description of some hydrogeological regions of the Algerian Atlas - where the author was practicing and the Ghardaia province, on the territory of which the author received an individual task.

1. The mountain-folded hydrogeological areas of the Mediterranean coast:

This group of hydrogeological regions includes three mountain-folded hydrogeological regions of the Algerian Atlas. Of these, two are the ancients — BolshayaKabiliya and Lesser Kabiliya, within which Paleozoic deposits are exposed, and one Meso-Cenozoic - Dahra.

Mountain-folded hydrogeological area Big Kabiliya.

In the literature devoted to Algeria, Big Kabiliya is characterized as the most pronounced independent natural region of the country with strictly delineated geographical boundaries. The northern boundary of the Great Kabiliya is the coastline of the Mediterranean Sea from the mouth of the river. Isser to the mouth of the river. Sums. From the west, the border is outlined by the Isser Valley, from the south and east by the Summam Valley and its tributaries laid in a tectonic depression generated by a major fault. These are typically Mountain Rivers that cut deep gorges, often quite picturesque, for example, in the Palestro region. Along the edges, moving from shore to shore and hiding in one tunnel after another, the railway linking the capital with the eastern departments and the Sahara stretches.

Large Kabiliya is occupied by uneven-aged mountains, intensively dissected by water erosion, the development of which is favored by the proximity of the sea and internal depressions, a large elevation difference and an abundance of precipitation.

In the center of Big Kabiliya there is an ancient middle mountain range, separated from the sea by a coastal low mountain range and the hollow of Sebau. In the south, it adjoins the alpine high-mountainous massif of Djurdjura. The ancient massif is composed of Paleozoic mica and sericiteschists (sometimes broken by young granites), the coastal ridge and Djurdjura-limestone (and partly sandstone) of the Jurassic and Cretaceous, the Sebau depression and other depressions - mainly Oligocene clay.

The widespread development of karst and the intensive fracturing of the rocks predetermine favourable conditions for the supply of the atmospheric precipitation of groundwater, which is discharged in low relief areas by powerful sources. Along with the sources, a large role in the economic and drinking water supply is played by wells in the river valleys and on the slopes of the mountains.

The groundwater of the Big Kabiliya is represented by several aquifers within the floodplains, cones, the distribution area of delta-lagoon sediments, terraces (I, II, III, IV) rivers (Isser, Amara, etc.), as well as in the upper fissured part of the main rocks of slopes and watersheds. In BolshayaKabiliya, most rivers have

a constant, but extremely uneven flow, depending on the fallout of autumn-winter rains and spring-summer snowmelt.

The mountain folded hydrogeological area Dahra.

The mountain-folded Dahra region with the Miliana massif is located north of the vast Shelf depression, which occupies a significant part of the lower course of the river of the same name, from its exit from the mountain gorge in the Varsenis massif to the Mostganem plateau. In the east, this area is bordered by the coastal plain of Mitija, which is separated from the Shelf-Basin by a narrowed extension of the Miliana massif, which passes into the Blidsky Atlas mountain range. In the west, Dahra closes with a low plateau Mostganem, cut by a canyon at the mouth of the Shelf.

The surface of the region, slightly dissected, is characterized by soft, flattened outlines with an abundance of shallow gullies and narrow valleys facing the sea, whose coast is rocky everywhere. From the side of the Shelf Trench, Dahra seems to be a continuous high wall, devoid of peaks and crevices, which is why it got its name ("dahr" in Arabic - back).

The absolute elevations of the surface increase in the direction from west to east from 600 to 1000 m, in the Miliana massif they reach 1400-1500 m. The highest eastern part of the region is composed mainly of chalky lime stones, marls and sandstones, in the western part the rocks form the myo-Pliocene.

The amount of precipitation is 500-600 mm/year. Some of them are used to feed groundwater, discharging in the form of numerous, but usually insignificant in terms of expenditure sources. The large sources of fresh water are known in mountain gorges, cutting through limestone massifs.

The artesian basins of The coastal plains

In the Quaternary sediments within the Orange Plains contain groundwater and pressure water, as a rule, increased mineralization, unsuitable for drinking water supply [4]. Over the entire area of the Shelf Plain, there are favorable conditions for the formation of fairly abundant artesian waters, revealing pressure aquifers in the myo-Pleistocene and Cretaceous sediments. The artesian basin of the Mitiga plain,

namely, the Villafran complex and modern alluvial deposits, which are the main type of water resources on the territory (used for water supply including the city of Algiers) are subject to a rather large anthropogenic load.

#### **4.2 Hydrogeological areas of the Algerian Sahara:**

The Algerian Sahara does not have such clearly expressed natural zonality as the Algerian Atlas. In total, nine hydrogeological regions are distinguished in the Algerian Sahara.

Hydrogeological areas and subareas of the Algerian Sahara (see Fig. 4):

- 20) Precambrian hydrogeological massif Ahaggar;
- 21) The artesian slopes of the Paleozoic framing of the Ahaggar massif: a) the Tassilin-Ahaggar plateau, b) the state of Tassilin-Adjer;
- 22) Precambrian hydrogeological massif Eglab,
- 23) Artesian slope of the Paleozoic framing of the Eglab massif;
- 24) The mining-folding hydrogeological region of the Paleozoic Ugarth chains;
- 25) Artesian basin of the Paleozoic syncline of Tindouf;
- 26) Artesian basin of the Paleozoic synclitorium Bechar;
- 27) Big Sahara Mezo-Cenozoic artesian basin (Algerian-Tunisian): a) western part - Saur; b) central part (area of chalky uplifts), c) eastern part — Low Sahara; );
- 28) Artesian basin of the Tanesruft hollow.

This paper describes a part of the Great Sahara Mezo-Cenozoic artesian basin (Algeria-Tunisia). In this area is the territory of research - wilaya Ghardaia.

The central part of the Greater Sahara Meso-Cenozoic artesian basin (Algeria-Tunisia) is an area of chalky uplifts.

The Mzab uplift, extending in the meridional direction from Laghouat to El Golea, is bounded from the west by an array of sands of the great western Erg, in the east, its boundary can be conducted by contact with the myo-Pliocene sediments. Composed mainly of carbonate rocks of the Upper Cretaceous. The Tademait

Plateau from the south and south-west is cut off by high kuests to the Tidikelt plains, to the east it is replaced by the IvestnyakTingert Plateau [4].

The absolute heights of the Mzab surface are 750–600 m in the direction of Ghardaia and El Golea to 450–350 m and again rise to 550–700 m on the Tademait plateau. Within the limits of the Tingert Plateau, surface elevations range from 300–500 m, separate ridges with heights of 550–565 m rise against the general background of the hmada surface.

Capo-Rey notes that the Mzab plateau is so indented by wade that it has become a disorderly alternation of ridges and outliers. The southern part of Mzab, prepared by denudation and cut by a dense network of Oued, is called "shebka" in the Sahara [4].

To the north of Ghardaia, a characteristic element of the Mzab relief is the daya, which is a closed basin in which surface runoff water can collect. According to Capo-Ray, the origin of the daya is associated with active karst processes occurring on the surface composed of carbonate rocks. According to these specific forms of relief, the Mzab uplift is conventionally divided into two areas: in the north, the Dai district, in the south of the shebek, calcareous hmadaTademait and Tingert are characterized by a wide development of cuesta relief forms[4].

Water availability is low. The amount of precipitation in Ghardaia is 61 mm / year, in Zawiya el-Kahla 13.7 mm/year. Within the Tademait and Tingert plateau, precipitation does not fall annually. There are no surface streams. The most developed and populated area of Mzab is located in the north of the territory. In this area, there is a somewhat larger amount of precipitation, which provides a much larger flow in the Mzab wade. Floods occur on average every year or once every 2 years. The local population in the valleys of the Oued builds dams with the help of which it delays flood waters for irrigation of plantations. My wells, 10-55 meters deep, exploiting the water of the sub-stream Oued or in the limestone of the Upper Cretaceous are widespread. The horizons of groundwater are low-abundant [4].

In the hot season, static groundwater levels are significantly reduced, but the wells operate throughout the year. In the 60s, more than 30 wells were drilled in the

Ghardaia oases, which exploited the continental intercolater horizon with a total flow rate of about 850 l / s (according to inventory data from 1965), currently, there are 376 wells (according to water management data Garda 2017).

In hydrogeological terms, the area of the Cretaceous uplifts is studied very unevenly. The main groundwater materials mainly concern the Mzab area, which is more populated and developed economically. The southern part of the territory (Tademant n Tingert plateau) is almost lifeless spaces that even nomads rarely visit. In the geological structure, deposits of Senon and Turon (mainly limestones and marls) and lower Cretaceous (Barrem-Alba), represented by weakly cemented sandstones with interlayers of clay, take part. The continental formations of the Neogene and Quaternary are of subordinate importance.

In the geological section of the Cretaceous uplifts, three aquifer complexes can be distinguished (from bottom to top): 1) A continental intercolor, 2) The deep Cretaceous sediments; H) Deposits of Quaternary age [4].

Lower Cretaceous sediments contain pressurized waters, the piezometric levels of which, depending on the features of the relief and hydrodynamic conditions, are often set above the earth's surface. According to the degree of mineralization, the Lower Cretaceous waters are fresh and slightly saltish. By chemical composition, they are sulfate, chloride-sulfate or sulfate-chloride, less often sulfate-bicarbonate.

The aquifer in Quaternary sediments is characterized by sporadic distribution. The water-bearing rocks are alluvial sediments of the sediments, sandy-argillaceous sediments that fill the Daya hollows, and Aeolian sands. The groundwater of the Quaternary sediments occurs at a depth of 1 to 30 m and more. In the valleys Oued they are opened by wells at a depth of 2 to 20 meters. These waters are characterized by variegated mineralization (3-13 g / l). Water types are chloride-sulfate sodium or sodium-calcium, and rarely sodium chloride.



# Приложение В

## Дамбы, построенные после паводка 2008

