

Академия Государственной противопожарной службы
кафедра Защиты населения и территории



Тема
Прогнозирование
последствий техногенных
ЧС
Лекция



УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- 1. Обстановка в районе аварии на радиационном опасном объекте (РОО).**
- 2. Выявление и оценка радиационной обстановки при авариях на РОО.**
- 3. Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ.**
- 4. Прогнозирование возможной обстановки при авариях на химически опасных объектах.**



ЛИТЕРАТУРА

- 1. Организация защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций: Учебник / Овсяник А. И., Седнев В. А., Лысенко И. А., Скачков О. Н., Кошечкина Е. И., Бакуров А. П. – М.: Академия ГПС МЧС России, 2009. – 275 с.**
2. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»
3. Постановление Правительства РФ от 30.12.2003 № 794 «О единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»
4. Шульгин В.Н., Овсяник А.И. Инженерная защита населения. Учебник. ВИА.- М., 2006.
- 1. Разработка планов действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на предприятиях, в учреждениях и организациях. Методические указания курсовой работы.- М.: Академия ГПС МЧС России, 2009.**



1 учебный вопрос

Обстановка в районе аварии на радиационном опасном объекте (РОО).

Цель и основные задачи РХБ защиты. Содержание основных мероприятий РХБЗ.



В целом техногенная опасность продолжает оставаться преобладающим источником чрезвычайных ситуаций. На территории страны в период до 2010 года не исключается возникновение одной трансграничной, 1 - 2 федеральных, 2 - 10 региональных, 50 - 100 территориальных, 150 - 3000 местных аварий и катастроф, а среднегодовое число техногенных катастроф с учётом локальных чрезвычайных ситуаций в целом по стране может составить 900.

При этом показатели рисков тяжелых чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных объектах в России на 2-3 порядка выше показателей рисков, достигнутых в мировой практике в последние годы.



В России 10 действующих АЭС (30 энергоблоков), 13 промышленных предприятий топливного цикла, 113 исследовательских ядерных реакторов,. В частности, в Москве эксплуатируется 20 ядерных исследовательских реакторов и 36 критических стендов.

В настоящее время в Российской Федерации имеется 9 атомных судов и 6 судов атомно-технологического обслуживания. Кроме того, в сфере народного хозяйства работает около 7,3 тыс. организаций, осуществляющих свою деятельность с использованием радиоактивных веществ и изделий на их основе.

В 1999 году на АЭС России произошло 99 нарушений (в 1998 – 102, в 1997 – 79), из них 15 с автоматическим срабатыванием систем аварийной защиты. Наибольшее количество нарушений вызвано отказом технологического оборудования.

- **Классификация техногенных ЧС по характеру**
- *Чрезвычайные ситуации техногенного характера весьма разнообразны как по причинам их возникновения, так и по масштабам. По характеру их подразделяют на 6 основных групп :*
 - *Аварии на радиационно опасных объектах*
 - *Аварии на химически опасных объектах*
 - *Аварии на пожароопасных*
 - *и взрывоопасных объектах*
 - *Аварии на гидродинамически опасных объектах*
 - *Аварии на транспорте (железнодорожном,*
 - *автомобильном, воздушном, водном, подземном)*
 - *Аварии на коммунально-энергетических сетях*

Радиационно опасный объект (РОО) – это объект, на котором :

-используют, перерабатывают, хранят или транспортируют радиоактивные вещества,

при аварии на котором может произойти радиоактивное заражение людей, животных и растений, а также радиоактивное загрязнение объектов экономики и природной среды.

К РОО относятся :

- предприятия ядерного топливного цикла, урановой промышленности;**
- места переработки и захоронения радиоактивных отходов;**
- атомные и атомные электрические станции (АЭС),);**
- объекты с ядерными энергетическими установками (ЯЭУ;**
- ядерные боеприпасы (ЯБ) и склады для их хранения.**

Особенности радиоактивного загрязнения местности при авариях на АС.

- 1. Радиоактивное загрязнение местности и атмосферы имеет сложную зависимость от исходных параметров (типа и мощности реактора , метеоусловий и т. д.)**
- 2. Естественный спад активности радионуклидов существенно более длителен, чем распад продуктов ядерных взрывов**
- 3. Смесь выбрасываемых из реактора радиоактивных веществ обогащена долгоживущими радионуклидами (плутоний-239, стронций-90 и т.д.)**
- 4. Малые размеры радиоактивных частиц (средний размер около 2 мкм) способствуют их глубокому проникновению в организм человека, микротрещины и краску, что затрудняет проведение работ по дезактивации**

Особенности радиоактивного загрязнения местности при аварии на АЭС(по сравнению с подрывом ядерного боеприпаса).

- 1. Состав радиоактивных изотопов в смеси, выбрасываемой в атмосферу из реактора, различен для каждого реактора, зависит от многих его параметров.**
- 2. При аварии на АЭС проникающая радиация как поражающий фактор незначителен, главный- радиоактивное заражение мест.**
- 3. Выброс радиоактивных веществ (РВ) в атмосферу при ядерном взрыве происходит почти мгновенно, а при аварии на АЭС за сравнительно длительный промежуток времени.**
- 4. При аварии на АЭС поднятый грунт и пыль смешанные с короткоживущими радионуклидами представляют большую опасность.**
- 5. При аварии на АЭС с разрушением активной зоны реактора на территорию, непосредственно прилегающую к реактору, выбрасывается большое количество разрушенных конструкций реактора, которые являются источником мощного ионизирующего излучения.**

РХБ защита – это комплекс

мероприятий направленных на снижение потерь населения и войск ГО в условиях

РХБ заражения, которые **организуются с**

целью не допустить или максимально снизить

воздействие радиоактивных, аварийно

химически опасных веществ и биологических

средств на население и силы РСЧС и

обеспечить функционирование объектов

экономики в условиях РХБ заражения.



Основными задачами РХБ защиты являются:

- 1. Выявление и оценка масштабов и последствий применения ОМП, аварий на радиационно и химически опасных объектах, обнаружение биологических средств.**
- 2. Обеспечение защиты сил РСЧС, населения, продовольствия и окружающей среды от радиоактивных, аварийно химически опасных веществ и биосредств.**
- 3. Оповещение о радиоактивном, химическом и биологическом заражении штатными и специально подготовленными подразделениями РХБ разведки.**

Обеспечение радиационной безопасности организуется в целях защиты населения и личного состава от поражающего воздействия ионизирующих излучений, а внешней среды от загрязнения при использовании радиоактивных веществ и других источников ионизирующих излучений.

Обеспечение РБ по защите от источников ионизирующих излучений включает:

- зонирование территорий и помещений;
- организацию допуска персонала и личного состава в режимную зону;
- организацию радиационного контроля;
- использование специальной одежды и средств индивидуальной защиты;
- санитарную обработку.

• Единицы радиации

Поглощённая доза ионизирующего излучения-

1 рад= 1.000.000 мк.грей

Экспозиционная. доза радиоакт. излучения-

1 ренген= 1.150.000 мк.ренген

• Эффективная (эквивалентная) доза ионизирующего излучения, измеряет биологическое воздействие гамма-излучения

Единицы эффективн дозы:[зиверт](#) Единицы эффективн дозы:зиверт, [мк.зиверт](#) Единицы эффективн дозы:зиверт, мк.зиверт, [миллизиверт](#) Единицы эффективн дозы:зиверт, мк.зиверт, миллизиверт, [миллибэр](#) Единицы эффективн дозы:зиверт, мк.зиверт, миллизиверт, миллибэр, [бэр](#).

1 зиверт — это количество энергии, поглощенное килограммом биологической ткани, равное по воздействию поглощенной дозе 1 Грей.

Зиверт (обозначение: **Зв, Sv**) — единица измерения [эффективной](#)) — единица измерения эффективной и [эквивалентной](#)) — единица измерения эффективной и



2 учебный вопрос

Выявление и оценка
радиационной обстановки при
авариях на РОО.



2.2. Сущность, содержание и основные этапы выявления и оценки радиационной обстановки

Радиационная обстановка – это обстановка, возникающая в результате аварий на радиационно опасных объектах, которая определяется масштабами и степенью радиоактивного загрязнения местности, объектов, материальных средств, оказывающих влияние на жизнедеятельность населения, работу объектов экономики и действия сил ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Основные задачи оценки радиационной обстановки

Определение:

- радиационных потерь при нахождении и при преодолении зон заражения;
- допустимой продолжительности пребывания в зонах;
- времени начала преодоления и времени начала работ в зонах радиоактивного загрязнения при данной дозе облучения.
- степени загрязнения техники, транспорта и других материальных средств.

Выявление и оценка радиационной обстановки осуществляется в 3 этапа:

I этап – заблаговременное выявление и оценка РО по прогнозу до аварии (по оценочным параметрам возможной аварии)

II этап – выявление и оценка РО по прогнозу после аварий РОО. Основанием для прогнозирования являются данные о произошедшей аварии, поступившие от вышестоящих органов управления, нижестоящих и взаимодействующих органов управления ГОЧС, объектов экономики, подчиненных сил разведки, наблюдения и контроля с учетом реальных метеоданных. с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий.

III этап – выявление и оценка по данным специальной разведки. Основанием для этого являются данные, полученные от органов разведки, наблюдения и контроля о мощностях доз излучения и степени радиоактивного загрязнения различных объектов на определенное время.

Задачи, решаемых в ходе выявления и оценки РО при аварии на РОО

Инженерные задачи

Мощность дозы излучения на следе облака.

Поверхностная активность РВ на следе облака

Максим. объемная активность РВ в воздухе на высоте струи .

Максим. объемная активность РВ в воздухе и у поперхн. земли.

Активность РВ, поглощенных человеком при дыхании.

Доза облучения от проходящего облака.

Активность РВ, накопленных в воздушных фильтрах двигателей и
фильтровентиляционных установок(ФВУ).

Доза облучения от загрязненных двигателей и ФВУ

Оценка последствий радиационных поражений

Потери в результате внешнего облучения.

Потери в результате аппликации загрязненного обмундирования

Потери в результате комбинированного воздействия РВ (внешнее
облучение и внутреннее поступление).

- **Методика выявления и оценки радиационной обстановки при разрушении (аварии) АЭС**
- **предназначена** для решения задач по данным прогноза и радиационной разведки при крупномасштабных разрушениях (авариях) реакторов с целью определения влияния их последствий на поведение населения и действия сил ликвидации чрезвычайных ситуаций, выбора и обоснования оптимальных режимов деятельности и защиты.
- **Основные допущения и ограничения методики:**
- ядерный реактор работает в стационарном режиме; радионуклидный состав выброса аналогичен составу облученного топлива; источниками радиоактивного загрязнения местности являются радиоактивное облако . Обычная классификация шести категорий устойчивости атмосферы по Пасквиллу укрупнена до трех: А и В – сильно неустойчивая (конвекция); С и Д - нейтральная (изотермия); Е и F – очень неустойчивая (инверсия).

Характеристика зон радиоактивного загрязнения местности при аварии на АЭС

№ п/ п	Наименование	И н- д е к с	Цвет	Доза за первый год после аварии, рад			Мощность дозы на 1-й час после аварии, рад/ч	
				на внеш ней гран ице	в сре дине зоны	на внутре нной границ е	на внешн ей границ е	на внутре нной границ е
1	Радиационно й опасности	М	красны й	5	16	50	0,014	0,14
2	Умеренного загрязнения	А	синий	50	160	500	0,14	1,4
3	Сильного загрязнения	Б	зелены й	500	866	1500	1,4	4,2
4	Опасного загрязнения	В	корич- невый	1500	2740	5000	4,2	14
5	Чрезвычайно опасного загрязнения	Г	черный	5000	9000	-	14	-



3 учебный вопрос

Основные характеристики аварии на химически опасных объектах (ХОО)

Аварийно химически опасное вещество(АХОВ)-

это опасное химическое вещество, применяемое в промышленности и сельском хозяйстве, при аварийном выбросе (выливе) которого может произойти заражение окружающей среды с поражающими живой организм концентрациями (токсодозами).

До появления термина АХОВ применялся более широкий термин СДЯВ, обозначающий сильнодействующее ядовитое вещество, используемое не только в промышленности, но и в медицине, фармацевтике и как боевое-отравляющее и т.д., т.е. которое способно поражать живой организм.

Из всех СДЯВ, используемых в настоящее время в промышленности (несколько тысяч наименований), только около ста (хлор, аммиак, фосген и т.д.) находятся в **промышленных объемах и являются аварийно химически опасными веществами(АХОВ), способными привести к заражению больших площадей и территорий и**

Основными источниками опасности при аварии на ХОО являются:

- 1. Залповые выбросы АХОВ в атмосферу с последующим заражением воздуха, местности и водоисточников.**
- 2. Сброс АХОВ в водоемы.**
- 3. “Химический” пожар с поступлением АХОВ и продуктов их горения в окружающую среду.**
- 4. Взрывы АХОВ, сырья для их получения или исходных продуктов.**
- 5. Образование зон задымления с последующим осаждением АХОВ и возгонкой.**

Характеристиками токсичности АХОВ являются :

А. Концентрация - количество вещества в единице объема, массы, которая может быть:

- **пороговая концентрация** - т.е. минимальная, вызывающая ощутимый физиологический эффект при воздействии на организм. При этом пораженные сохраняют работоспособность (боеготовность);
- **предельно-допустимая концентрация (ПДК)** – это концентрация вредного вещества, которая при ежедневной работе в течение 8 часов не может вызвать заболеваний и отклонений состояния здоровья;
- **средняя смертельная** - это концентрация вещества в воздухе, вызывающая гибель 50% пораженных поражений при 2-х часовом периоде ингаляционного действия.

Б. Токсическая доза - количество вещества, вызывающего определенный токсический эффект (мг. мин/л, мг.мин/кг, мг/кг и т.д.)

- ;- **поражающая токсодоза** - наименьшее количество СДЯВ в ед. объема заражен. воздуха, которая может вызвать ощутимый физиологический эффект
- **средняя смертельная токсодоза** - доза вещества, вызывающая гибель 50% пораженных при однократном введении в желудок, или при нанесении на кожу (мг/кг).

- **Применяемые определения**

Химически опасный объект - это объект на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют ОХВ, при аварии или разрушении которого могут произойти гибель или химическое заражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также хим. заражение окружающей природной среды.

Химическая авария – это авария на химически опасном объекте, сопровождающимся проливом или выбросом ОХВ, способная привести к гибели или химическому заражению людей, с/х животных и растений, хим. заражению продовольствия, кормов, других материальных ценностей и местности.

Выброс АХОВ – выход при разгерметизации за короткий промежуток времени из емкостей для хранения или транспортирования ОХВ в количестве, способном вызвать химическую аварию. **Пролив АХОВ** – вытекание при разгерметизации из технологических установок, емкостей для хранения или транспортировки ОХВ в количестве, способном вызвать химическую аварию.

Зона ХЗ- территория, в пределах которой распространены или куда привнесены ОХВ в концентрациях или количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, с/х животных и растений в течение определенного времени.

К основным задачам при оценке химической обстановки относятся:

Определение:

-возможных потерь населения и сил ликвидации чрезвычайных ситуаций в зонах химического заражения.

-количества зараженных людей, техники, транспорта и других материальных средств, требующих проведения работ по дегазации.

-стойкости (времени самоиспарения) АХОВ.

-времени подхода облака зараженного АХОВ воздуха к определенному рубежу (объекту).

Выявление и оценка химической обстановки

осуществляется в 3 этапа:

I этап – заблаговременное выявление и оценка химической обстановки по прогнозу до аварии, по оценочным параметрам аварий на конкретном ХОО с учетом преобладающих среднегодовых метеоусловий.

II этап – выявление и оценка химической обстановки по прогнозу после аварий на химически опасных объектах.

III этап – выявление и оценка фактической химической обстановки. Основанием для этого являются данные, полученные от органов разведки, наблюдения и контроля о концентрации АХОВ в отдельных точках местности на определенное время.

4. Прогнозирование возможной обстановки при авариях на химически опасных объектах.

Прогнозирование масштабов заражения АХОВ осуществляется по Методике прогнозирования масштабов заражения СДЯВ при авариях на ХОО (РД 52.04.253-90)

... В 2014 г. свод правил СП ХХ.13330.2014
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ по ГО в своём
Приложении уточнил методику РД 52.04.253-90

Основные исходные данные для прогнозирования:

- общее количество АХОВ на объекте экономики;
- количество АХОВ, выброшенное в окружающую среду, и характер разлива;
- высота обвалования;
- метеорологические условия (температура воздуха, почвы, скорость ветра в приземном слое (на высоте 10 метров), степень вертикальной устойчивости воздуха);
- плотность (количество) населения в зоне возможного химического заражения и степень его защиты.

- **Основные допущения и ограничения методики прогнозирования:**

- 1. Емкости, содержащие АХОВ, разрушаются полностью.
- 2. Толщина слоя жидкостей АХОВ (h), разлившихся свободно, принимается равной 0,05 м, а для АХОВ, разлившихся в обвалование: $h = H - 0,2$,
- где H – высота обвалования м;
- h – толщина слоя жидкости АХОВ в обваловании, м;
- 3. Предельная продолжительность сохранения метеоусловий – $N=4$ часа
- 4. Расчеты ведутся по эквивалентным количествам АХОВ.

Под эквивалентным количеством **АХОВ** понимается **такое** количество хлора, масштаб заражения которым **при инверсии эквивалентен** масштабу заражения **при данной степени вертикальной устойчивости воздуха** количеством данного АХОВ

Типы вертикальной устойчивости

воздуха

ИНВЕРСИЯ— **повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения.**

Возникает обычно в вечерние часы за 1 час до захода солнца и разрушается течение часа после его восхода. При инверсии нижние слои воздуха холоднее верхних, что препятствует рассеиванию его по высоте и создает наиболее благоприятные условия для сохранения высоких концентраций заражения

- **ИЗОТЕРМИЯ** - характеризуется стабильным равновесием воздуха. Она наиболее характерна для пасмурной погоды, но может наблюдаться также в утренние и вечерние часы как переходное состояние от инверсии к конверсии (утром) и наоборот (вечером).
- **КОНВЕКЦИЯ** - **Нижние слои воздуха нагреты сильнее верхних**, что способствует быстрому рассеиванию зараженного облака и уменьшению его поражающего

Порядок расчета при прогнозировании масштабов химического заражения

1. Вычисление эквивалентное кол-во АХОВ, перешедшее в первичное облако:

$$Q_{Э1} = K1 \cdot K3 \cdot K5 \cdot K7/ \cdot Q0, \quad (2.15)$$

где $Q_{Э1}$ – эквивалентное количество АХОВ в первичном облаке, т;

$Q0$ – количество выброшенного (разлившегося) при аварии АХОВ, т;

$K1$ – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ (приложение 1, табл.2);

$K3$ – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе АХОВ (приложение 1, табл.2);

$K5$ – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха и равный: 1 – для инверсии, 0,23 – для изотермии и 0,08 – для конвекции;

$K7/$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха на скорость образования первичного облака (приложение 1, табл.2).

2. Вычисление эквивалентное количество АХОВ, перешедшее во вторичное облако:

$$Q_{\text{Э2}} = (1 - K_1) K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7^{//} \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d} \quad 2.16$$

где $Q_{\text{Э2}}$ – количество АХОВ во вторичном облаке, т;

K_2 – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ;

K_4 – коэффициент, учитывающий скорость ветра;

K_6 – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии (N), и определяемый из условия (2.17);

$K_7^{//}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающего воздуха на скорость образования вторичного облака.

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T, \end{cases} \quad (2.17)$$

где T – время испарения АХОВ с площади разлива, час,

3. Определение глубины распространения первичного (Γ_1) и вторичного (Γ_2) облаков АХОВ, а также общей глубины распространения зараженного воздуха по формуле:

$$\Gamma_{\Sigma} = \Gamma_0' + 0,5\Gamma''$$

где Γ_{Σ} – общая глубина распространения облака зараженного АХОВ воздуха, км;

Γ' – большее из двух значений Γ_1 и Γ_2 , км;

Γ'' – меньшее из двух значений Γ_1 и Γ_2 , км.

4. Сравнение общую глубину распространения облака зараженного воздуха с возможным предельным значением глубины переноса воздушных масс (Γ_{Π}), определяемой из уравнения:

$$\Gamma_{\Pi} = N \cdot V \quad \text{Из двух значений выбираем наименьшее.}$$

где V – скорость переноса переднего фронта облака зараженного воздуха (приложение 1, табл.5), км/ч.

$$\Gamma = \min \begin{cases} \Gamma_{\Sigma} \\ \Gamma_{\Pi} \end{cases}$$

где Γ – глубина зоны возможного заражения

5. Вычисление площади зоны возможного заражения АХОВ:

$$S_{\phi} = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot (\Gamma)^2 \cdot \phi, \quad (2.22)$$

где ϕ – угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ, град.

Определяются по приложению 1, табл.4.

6. Вычисление площадь зоны фактического заражения АХОВ:

$$S_{\phi} = K_8 \cdot \Gamma^2 \cdot N_{0,2}, \quad (2.23)$$

где K_8 – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха и равный: 0,081 – для инверсии, 0,0133 – для изотермии и 0,235 – для конвекции.

7. Вычисление продолжительность поражающего действия АХОВ (время испарения АХОВ с площади разлива)

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7''}$$

8. Вычисление время подхода зараженного воздуха к объекту

$$t = \frac{x}{V} \quad (2.25)$$

где x – расстояние от источника заражения до объекта, км;

t – время подхода облака зараженного воздуха к объекту, 9.

Вычисление возможные общие потери населения в очаге поражения АХОВ

Глубина (км) зоны заражения

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество СДЯВ, т								
	0,0 1	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20
1 и менее	0,3 8	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56
2	0,2 6	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44
3	0,2 2	0,48	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94
4	0,1 9	0,42	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62

определение Глубины зоны заражения

АХОВ	Плотность d	Т кипения, °С	Значения вспомогательных коэффициентов К ₇							
			К ₁	К ₂	К ₃	-40	-20	0	20	40
2		5	7	8	9	10	11	12	13	14
Аммиак	0,681	-33,42	0,1 8	0,02 5	0,04	0 ----- 0,9	0,3 ----- - 1	0,6 ----- -- 1	1 ----- 1	1,4 ----- 1
Фосген	1,432	8,2	0,0 5	0,06 1	1,0	0 --- 0,1	0 --- 0,3	0 --- 0,7	1 --- 1	2,7 --- 1
Хлор	1,553	-34,1	0,1 8	0,05 2	1,0	0 ----- 0,9	0,3 ----- 1	0,6 ----- ---	1 ----- 1	1,4 ----- 1

- **Задача**

- Определить глубину распространения АХОВ при аварии на химически опасном объекте при следующих исходных данных:

- тип АХОВ – хлор;

- количество АХОВ, $Q_0 = 96$ тонн;

- условия хранения, жидкость под давлением;

- высота обвалования, $H = 2$ метра;

- метеоусловия: изотермия ; температура воздуха, $T_B = 10^\circ \text{C}$,

- скорость ветра, $V_{10} = 2$ м/с.