

СОГЛАСОВАНО

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Наименование объекта

Определение категорий помещений и зданий  
по взрывопожарной и пожарной опасности

Исполнители:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Екатеринбург  
2017

					Определение категорий. ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.					Наименование объекта	Лит.	Лист	Листов
Пров.							1	30
Н.контр.								
Утв.								

# Оглавление

1. Введение .....	33
2. Общие сведения .....	1111
3. Здание «Здание_01» .....	1212
3.1. Параметры здания .....	1212
3.2. Помещение «Помещение_01».....	1212
3.2.1. Участок «Участок_01» .....	1212
3.2.2. Определение категории помещения .....	2525
3.2.3. Определение класса зоны помещения по ПУЭ .....	2525
3.2.4. Определение класса зоны помещения по ФЗ №123 .....	2626
3.3. Определение категории здания .....	2626
4. Рассчитанные категории помещений .....	2727
5. Рассчитанные категории зданий .....	2828
6. Заключение .....	2929
7. Нормативные ссылки и справочные данные .....	3030

## 1. Введение

Определение категорий помещений, зданий и наружных установок выполняется согласно «СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» (введ. приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 182, с изменениями, утв. приказом МЧС России от 9 декабря 2010 г. № 643), который является нормативным документом по пожарной безопасности в области стандартизации добровольного применения и устанавливает методы определения классификационных признаков отнесения зданий (или частей зданий между противопожарными стенами — пожарных отсеков), сооружений, строений и помещений (далее по тексту — зданий и помещений) производственного и складского назначения класса Ф5 к категориям по взрывопожарной и пожарной опасности, а также методы определения классификационных признаков категорий наружных установок производственного и складского назначения по пожарной опасности.

**Классификация зданий и помещений** по взрывопожарной и пожарной опасности применяется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара.

По взрывопожарной и пожарной опасности помещения подразделяются на категории А, Б, В1—В4, Г и Д, а здания — на категории А, Б, В, Г и Д.

Категории помещений и зданий определяются, исходя из вида находящихся в помещениях горючих веществ и материалов, их количества и пожароопасных свойств, а также, исходя из объемно-планировочных решений помещений и характеристик проводимых в них технологических процессов.

Определение пожароопасных свойств веществ и материалов производится на основании результатов испытаний или расчетов по стандартным методикам с учетом параметров состояния (давления, температуры и т. д.). Допускается использование официально опубликованных справочных данных по пожароопасным свойствам веществ и материалов. Допускается использование показателей пожарной опасности для смесей веществ и материалов по наиболее опасному компоненту.

**Категории помещений** по взрывопожарной и пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 1 СП 12.13130.2009:

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
А повышенная взрывопожаро- опасность	Горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, и (или) вещества и материалы, способные взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом, в таком количестве, что расчетное избыточное давление взрыва в помещении превышает 5 кПа
Б взрывопожаро- опасность	Горючие пыли или волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные пылевоздушные или паровоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа
В1—В4 пожаро- опасность	Горючие и трудногорючие жидкости, твердые горючие и трудногорючие вещества и материалы (в том числе пыли и волокна), вещества и материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом только гореть, при условии, что помещения, в которых они находятся (обращаются), не относятся к категории А или Б

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
Г умеренная пожаро- опасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
Д пониженная пожаро- опасность	Негорючие вещества и материалы в холодном состоянии

Определение категорий помещений осуществляется путем последовательной проверки принадлежности помещения к категориям от наиболее опасной (А) к наименее опасной (Д).

Методы определения категорий помещений А и Б устанавливаются в соответствии с приложением А СП 12.13130.2009.

При этом в качестве расчетного выбирается наиболее неблагоприятный вариант аварии или период нормальной работы аппаратов, при котором в образовании горючих газо-, паро-, пылевоздушных смесей участвует наибольшее количество газов, паров, пылей, наиболее опасных в отношении последствий сгорания этих смесей. В случае если использование расчетных методов не представляется возможным, допускается определение значений критериев взрывопожарной опасности на основании результатов соответствующих научно-исследовательских работ, согласованных в порядке, установленном для согласования отступлений от требований нормативных документов по пожарной безопасности

Количество поступивших в помещение веществ, которые могут образовать горючие газовоздушные, паровоздушные, пылевоздушные смеси, определяется, исходя из следующих предпосылок:

- а) происходит расчетная авария одного из аппаратов;
- б) все содержимое аппарата поступает в помещение;
- в) происходит одновременно утечка веществ из трубопроводов, питающих аппарат, по прямому и обратному потокам в течение времени, необходимого для отключения трубопроводов.

Расчетное время отключения трубопроводов определяют в каждом конкретном случае, исходя из реальной обстановки, и должно быть минимальным с учетом паспортных данных на запорные устройства, характера технологического процесса и вида расчетной аварии.

Расчетное время отключения трубопроводов принимается равным:

- времени срабатывания системы автоматики отключения трубопроводов согласно паспортным данным установки, если вероятность отказа системы автоматики не превышает 0,000001 в год или обеспечено резервирование ее элементов;

- 120 с, если вероятность отказа системы автоматики превышает 0,000001 в год и не обеспечено резервирование ее элементов;

- 300 с при ручном отключении;

- г) происходит испарение с поверхности разлившейся жидкости; площадь испарения при разливе на пол определяется (при отсутствии справочных данных), исходя из расчета, что 1 литр смесей и растворов, содержащих 70 % и менее (по массе) растворителей, разливается на площади 0,5 м<sup>2</sup>, а остальных жидкостей — на 1 м<sup>2</sup> пола помещения;

д) происходит также испарение жидкости из емкостей, эксплуатируемых с открытым зеркалом жидкости, и со свежеекрашенных поверхностей;

е) длительность испарения жидкости принимается равной времени ее полного испарения, но не более 3600 с.

Количество пыли, которое может образовать пылевоздушную смесь, определяется из следующих предпосылок:

а) расчетной аварии предшествовало пыленакопление в производственном помещении, происходящее в условиях нормального режима работы (например, вследствие пылевыделения из негерметичного производственного оборудования);

б) в момент расчетной аварии произошла плановая (ремонтные работы) или внезапная разгерметизация одного из технологических аппаратов, за которой последовал аварийный выброс в помещение всей находившейся в аппарате пыли.

Свободный объем помещения определяется как разность между объемом помещения и объемом, занимаемым технологическим оборудованием, и условно принимается равным 80 % геометрического объема помещения.

Отнесение помещения к категории В1, В2, В3 или В4 осуществляется в зависимости от количества и способа размещения пожарной нагрузки в указанном помещении и его объемно-планировочных характеристик, а также от пожароопасных свойств веществ и материалов, составляющих пожарную нагрузку. Разделение помещений на категории В1—В4 регламентируется положениями в соответствии с приложением Б СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений В1—В4 осуществляется путем сравнения максимального значения удельной временной пожарной нагрузки на любом из участков с величиной удельной пожарной нагрузки, приведенной в таблице Б.1 СП 12.13130.2009.

**Категории зданий** по взрывопожарной и пожарной опасности определяются, исходя из доли и суммированной площади помещений той или иной категории опасности в этом здании.

Здание **относится** к категории А, если в нем суммированная площадь помещений категории А превышает 5 % площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>. Здание **не относится** к категории А, если суммированная площадь помещений категории А в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание **относится** к категории Б, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А и суммированная площадь помещений категорий А и Б превышает 5 % суммированной площади всех помещений или 200 м<sup>2</sup>. Здание **не относится** к категории Б, если суммированная площадь помещений категорий А и Б в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 1000 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание **относится** к категории В, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А или Б и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 превышает 5 % (10 %, если в здании отсутствуют помещения категорий А и Б) суммированной площади всех помещений. Здание **не относится** к категории В, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2 и В3 в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 3500 м<sup>2</sup>) и эти помещения оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание относится к категории Г, если одновременно выполнены следующие условия: здание не относится к категории А, Б или В и суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г

					Определение категорий. ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

превышает 5 % суммированной площади всех помещений. Здание **не относится** к категории Г, если суммированная площадь помещений категорий А, Б, В1, В2, В3 и Г в здании не превышает 25 % суммированной площади всех размещенных в нем помещений (но не более 5000 м<sup>2</sup>) и помещения категорий А, Б, В1, В2 и В3 оснащаются установками автоматического пожаротушения.

Здание **относится** к категории Д, если оно не относится к категории А, Б, В или Г.

**Классификация наружных установок** по пожарной опасности используется для установления требований пожарной безопасности, направленных на предотвращение возможности возникновения пожара и обеспечение противопожарной защиты людей и имущества в случае возникновения пожара на наружных установках.

По пожарной опасности наружные установки подразделяются на категории АН, БН, ВН, ГН и ДН. Категории наружных установок определяются, исходя из пожароопасных свойств находящихся в установках горючих веществ и материалов, их количества и особенностей технологических процессов.

Категории наружных установок по пожарной опасности принимаются в соответствии с таблицей 2 СП 12.13130.2009:

Категория наружной установки	Критерии отнесения наружной установки к той или иной категории по пожарной опасности
АН повышенная взрывопожаро-опасность	Установка относится к категории АН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие газы, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С, вещества и (или) материалы, способные гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
БН взрывопожаро-опасность	Установка относится к категории БН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие пыли и (или) волокна, легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки более 28 °С, горючие жидкости (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании пыле- и (или) паровоздушных смесей с образованием волн давления превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
ВН пожаро-опасность	Установка относится к категории ВН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) горючие и (или) трудногорючие жидкости, твердые горючие и (или) трудногорючие вещества и (или) материалы (в том числе пыли и (или) волокна), вещества и (или) материалы, способные при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и (или) друг с другом гореть, и если не реализуются критерии, позволяющие отнести установку к категории АН или БН (при условии, что величина пожарного риска при возможном сгорании указанных веществ и (или) материалов превышает одну миллионную в год на расстоянии 30 м от наружной установки)
ГН умеренная пожаро-опасность	Установка относится к категории ГН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) негорючие вещества и (или) материалы в горячем, раскаленном и (или) расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и (или) пламени, а также горючие газы, жидкости и (или) твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива
ДН пониженная пожаро-опасность	Установка относится к категории ДН, если в ней присутствуют (хранятся, перерабатываются, транспортируются) в основном негорючие вещества и (или) материалы в холодном состоянии и если по перечисленным выше критериям она не относится к категории АН, БН, ВН или ГН

Определение категорий наружных установок следует осуществлять путем последовательной проверки их принадлежности к категориям, приведенным в таблице 2, от наиболее опасной (АН) к наименее опасной (ДН).

В случае, если из-за отсутствия данных представляется невозможным оценить величину пожарного риска, допускается использование вместо нее следующих критериев.

Для категорий АН и БН:

- горизонтальный размер зоны, ограничивающей газопаровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР) по ГОСТ 12.1.044, превышает 30 м (данный критерий применяется только для горючих газов и паров) и (или) расчетное избыточное давление при сгорании газо-, паро- или пылевоздушной смеси на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 5 кПа.

Для категории ВН:

- интенсивность теплового излучения от очага пожара веществ и (или) материалов, указанных для категории ВН, на расстоянии 30 м от наружной установки превышает 4 кВт/м<sup>2</sup>.

**Классификация взрывоопасных зон по ПУЭ** приведена в главе 7.3 ПУЭ.

При определении взрывоопасных зон принимается, что:

а) взрывоопасная зона в помещении занимает весь объем помещения, если объем взрывоопасной смеси превышает 5 % свободного объема помещения;

б) взрывоопасной считается зона в помещении в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от технологического аппарата, из которого возможно выделение горючих газов или паров ЛВЖ, если объем взрывоопасной смеси равен или менее 5 % свободного объема помещения (см. также 7.3.42, п.2 ПУЭ). Помещение за пределами взрывоопасной зоны следует считать невзрывоопасным, если нет других факторов, создающих в нем взрывоопасность;

в) взрывоопасная зона наружных взрывоопасных установок ограничена размерами, определяемыми в 7.3.44 ПУЭ.

**Зоны класса В-I** — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие газы или пары ЛВЖ в таком количестве и с такими свойствами, что они могут образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы, например при загрузке или разгрузке технологических аппаратов, хранении или переливании ЛВЖ, находящихся в открытых емкостях, и т. п.

**Зоны класса В-Ia** — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов (независимо от нижнего концентрационного предела воспламенения) или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

**Зоны класса В-Iб** — зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальной эксплуатации взрывоопасные смеси горючих газов или паров ЛВЖ с воздухом не образуются, а возможны только в результате аварий или неисправностей и которые отличаются одной из следующих особенностей:

1. Горючие газы в этих зонах обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15 % и более) и резким запахом при предельно допустимых концентрациях по ГОСТ 12.1.005-76 (например, машинные залы аммиачных компрессорных и холодильных абсорбционных установок).

2. Помещения производств, связанных с обращением газообразного водорода, в которых по условиям технологического процесса исключается образование взрывоопасной смеси в объеме,

					<b>Определение категорий. ПЗ</b>	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

превышающем 5 % свободного объема помещения, имеют взрывоопасную зону только в верхней части помещения. Взрывоопасная зона условно принимается от отметки 0,75 общей высоты помещения, считая от уровня пола, но не выше кранового пути, если таковой имеется (например, помещения электролиза воды, зарядные станции тяговых и статерных аккумуляторных батарей).

Пункт 2 не распространяется на электромашинные помещения с турбогенераторами с водородным охлаждением при условии обеспечения электромашинного помещения вытяжной вентиляцией с естественным побуждением; эти электромашинные помещения имеют нормальную среду.

К классу В-Іб относятся также зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится без применения открытого пламени. Эти зоны не относятся к взрывоопасным, если работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами.

**Зоны класса В-Іг** — пространства у наружных установок: технологических установок, содержащих горючие газы или ЛВЖ (за исключением наружных аммиачных компрессорных установок, выбор электрооборудования для которых производится согласно 7.3.64) надземных и подземных резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры), эстакад для слива и налива ЛВЖ, открытых нефтеловушек, прудов-отстойников с плавающей нефтяной пленкой и т. п.

К зонам класса В-Іг также относятся: пространства у проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-І, В-Іа и В-ІІ (исключение — проемы окон с заполнением стеклблоками); пространства у наружных ограждающих конструкций, если на них расположены устройства для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений со взрывоопасными зонами любого класса или если они находятся в пределах наружной взрывоопасной зоны; пространства у предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами и ЛВЖ.

Для наружных взрывоопасных установок взрывоопасная зона класса В-Іг считается в пределах до:

а) 0,5 м по горизонтали и вертикали от проемов за наружными ограждающими конструкциями помещений со взрывоопасными зонами классов В-І, В-Іа, В-ІІ;

б) 3 м по горизонтали и вертикали от закрытого технологического аппарата, содержащего горючие газы или ЛВЖ; от вытяжного вентилятора, установленного снаружи (на улице) и обслуживающего помещения со взрывоопасными зонами любого класса;

в) 5 м по горизонтали и вертикали от устройств для выброса из предохранительных и дыхательных клапанов емкостей и технологических аппаратов с горючими газами или ЛВЖ, от расположенных на ограждающих конструкциях зданий устройств для выброса воздуха из систем вытяжной вентиляции помещений с взрывоопасными зонами любого класса;

г) 8 м по горизонтали и вертикали от резервуаров с ЛВЖ или горючими газами (газгольдеры); при наличии обвалования — в пределах всей площади внутри обвалования;

д) 20 м по горизонтали и вертикали от места открытою слива и налива для эстакад с открытым сливом и наливом ЛВЖ.

Эстакады с закрытыми сливно-наливными устройствами, эстакады и опоры под трубопроводы для горючих газов и ЛВЖ не относятся к взрывоопасным, за исключением зон в пределах до 3 м по горизонтали и вертикали от запорной арматуры и фланцевых соединений трубопроводов, в пределах которых электрооборудование должно быть взрывозащищенным для соответствующих категории и группы взрывоопасной смеси.

					Определение категорий. ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



**Зоны класса В-II** — зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна в таком количестве и с такими свойствами, что они способны образовать с воздухом взрывоопасные смеси при нормальных режимах работы (например, при загрузке и разгрузке технологических аппаратов).

**Зоны класса В-IIa** — зоны, расположенные в помещениях, в которых опасные состояния, указанные в 7.3.45 ПУЭ, не имеют места при нормальной эксплуатации, а возможны только в результате аварий или неисправностей.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в котором присутствуют или могут возникнуть взрывоопасные смеси, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей либо технологические аппараты имеют поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих газов, паров ЛВЖ, горючих пылей или волокон, **не относятся в части их электрооборудования к взрывоопасным**. Классификацию среды в помещениях или среды наружных установок за пределами указанной 5-метровой зоны следует определять в зависимости от технологических процессов, применяемых в этой среде.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, **не относятся в части их электрооборудования к взрывоопасным**.

Класс зоны помещения, смежного со взрывоопасной зоной другого помещения, определяется по таблице 7.3.9. ПУЭ (размер зоны — до 5 м по горизонтали и вертикали от проема двери).

**Классификация пожароопасных зон по ПУЭ** приведена в 7.4.3-7.4.6 ПУЭ.

**Зоны класса П-I** — зоны, расположенные в помещениях в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С.

**Зоны класса П-II** — зоны, расположенные в помещениях в которых выделяются горючие пыль или волокна с нижним концентрационным пределом воспламенения более 65 г/м<sup>3</sup> к объему воздуха.

**Зоны класса П-IIa** — зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества.

**Зоны класса П-III** — расположенные вне помещения зоны, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61 °С или твердые горючие вещества.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок в пределах до 5 м по горизонтали и вертикали от аппарата, в которых постоянно или периодически обращаются горючие вещества, но технологический процесс ведется с применением открытого огня, раскаленных частей либо технологические аппараты имеют поверхности, нагретые до температуры самовоспламенения горючих паров, пылей или волокон **не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным**. Класс среды в помещениях или среды наружных установок за пределами указанной 5-метровой зоны следует определять в зависимости от технологических процессов, применяемых в этой среде.

Зоны в помещениях и зоны наружных установок, в которых твердые, жидкие и газообразные горючие вещества сжигаются в качестве топлива или утилизируются путем сжигания, **не относятся в части их электрооборудования к пожароопасным**.

**Классификация пожароопасных и взрывоопасных зон согласно ФЗ №123** приведена в главе 5 этого федерального закона.

Пожароопасные зоны подразделяются на следующие классы:

**П-I** - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия;

					Определение категорий. ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

**П-II** - зоны, расположенные в помещениях, в которых выделяются горючие пыли или волокна;

**П-IIa** - зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр;

**П-III** - зоны, расположенные вне зданий, сооружений, в которых обращаются горючие жидкости с температурой вспышки 61 и более градуса Цельсия или любые твердые горючие вещества.

В зависимости от частоты и длительности присутствия взрывоопасной смеси взрывоопасные зоны подразделяются на следующие классы:

**0-й класс** – зоны, в которых взрывоопасная смесь газов или паров жидкостей с воздухом присутствует постоянно или хотя бы в течение одного часа;

**1-й класс** – зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются горючие газы или пары легковоспламеняющихся жидкостей, образующие с воздухом взрывоопасные смеси;

**2-й класс** – зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси газов или паров жидкостей с воздухом, но возможно образование такой взрывоопасной смеси газов или паров жидкостей с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования;

**20-й класс** – зоны, в которых взрывоопасные смеси горючей пыли с воздухом имеют нижний концентрационный предел воспламенения менее 65 граммов на кубический метр и присутствуют постоянно;

**21-й класс** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования выделяются переходящие во взвешенное состояние горючие пыли или волокна, способные образовывать с воздухом взрывоопасные смеси при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр;

**22-й класс** – зоны, расположенные в помещениях, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси горючих пылей или волокон с воздухом при концентрации 65 и менее граммов на кубический метр, но возможно образование такой взрывоопасной смеси горючих пылей или волокон с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования.

2. Общие сведения

(пользователь приводит общие данные об объекте расчета. Описывает общие сведения, расположение, назначение, и другую необходимую информацию)

### 3. Здание «Здание\_01»

#### 3.1. Параметры здания

Описание: <нет>

Суммированная площадь всех помещений здания: 800 м<sup>2</sup>.

#### 3.2. Помещение «Помещение\_01»

Имя	Значение
Описание	
Длина	5 м
Ширина	4,1 м
Площадь	20,5 м <sup>2</sup>
Высота	3,7 м
Уровень нижнего пояса ферм перекрытия (покрытия)	2 м
Расчетная температура воздуха	35 °С
Имеется автоматическое пожаротушение	Нет
Имеется аварийная вентиляция	Нет
Категория	А
Класс зоны по ПУЭ	нормальная среда
Класс зоны по ФЗ №123	2

##### 3.2.1. Участок «Участок\_01»

Имя	Значение
Описание	
Площадь	2 м <sup>2</sup>
Высота	0 м

##### 3.2.1.1. Горючая нагрузка «Жидкая нагрузка\_01»

Описание: <нет>

Свойства горючего вещества:

Имя	Значение
Наименование	Ацетон
Описание	С3Н6О

Теплота сгорания	31,36 МДж/кг
Молярная масса	58,1 кг/кмоль
Нижний концентрационный предел распространения пламени	2,7 % об.
Температура вспышки	-18 °С
Температура кипения	56,5 °С
Плотность жидкости	791 кг/м <sup>3</sup>
Удельная площадь разлива в помещении	1 м <sup>2</sup> /л
Константа Антуана А	6,37551
Константа Антуана В	1281,721
Константа Антуана Са	237,088
Максимальное давление взрыва	570 кПа
Стехиометрическая концентрация	4,91 % об.
Стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания	4

Свойства горючей нагрузки:

Имя	Значение
Суммировать расчетное избыточное давление взрыва от различных веществ на участке	Нет
Возможность образования взрывоопасной смеси	только в результате аварий или неисправностей
Наличие особенностей, приведенных в п.7.3.42 ПУЭ	лаборатория
Работа с горючими газами или ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами	Да
Объем аппарата	0,001 м <sup>3</sup>
Температура жидкости	35 °С
Уровень значимости (табл. Д.1 СП 12)	0,05

#### Определение массы жидкости, вышедшей из аппарата при аварии

Происходит авария аппарата «Жидкая нагрузка\_01». Все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство, происходит одновременно утечка жидкости из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потокам.

Объем жидкости, вышедшей из аппарата, равен объему аппарата и составляет 0,001 м<sup>3</sup>.

					Определение категорий. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		13

Объем жидкости, вышедшей до отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{1т} = \sum qT$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Объем жидкости, вышедшей после отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{2т} = \pi \sum (r^2 L)$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Таким образом, объем жидкости, поступившей в окружающее пространство из аппарата и трубопроводов, составляет 0,001 м<sup>3</sup>.

Масса жидкости, вышедшей из аппарата и трубопроводов, составляет 0,8 кг.

Площадь разлива жидкости составляет 1 м<sup>2</sup>.

#### Определение давления насыщенного пара жидкости

Давление насыщенного пара жидкости определено по формуле Антуана:

$$P_H = 10^{(A-B/(t+C_a))} = 46,219 \text{ кПа},$$

где:

$A$ –	константа Антуана	6,37551
$B$ –	константа Антуана	1281,721
$C_a$ –	константа Антуана	237,088
$t$ –	расчетная температура жидкости	35 °C

#### Расчет массы паров жидкости

Поскольку температура жидкости (35 °C) не превышает температуру окружающей среды (35 °C), то, согласно формулам (А.11), (А.12) и (А.13), расчет массы паров жидкости выполняется следующим образом:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр.}}$$

где  $m_p$  — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;  $m_{\text{емк}}$  — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;  $m_{\text{св.окр.}}$  — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых определяется по формуле:

$$m = WF_{\text{и}}T,$$

где  $W$  — интенсивность испарения, определяемая по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H = 0,0003523 \text{ кг/(с·м}^2\text{)},$$

где:

$\eta$ –	коэффициент, принимаемый по таблице А.2 СП 12.13130.2009 в зависимости от скорости (0 м/с) и температуры (35 °C) воздушного потока над поверхностью испарения	1
$M$ –	молярная масса жидкости	58,1 кг/кмоль
$P_H$ –	давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости (35 °C)	46,219 кПа

$F_{\text{и}}$  – площадь испарения, м<sup>2</sup>;  $T$  – время испарения, с – приведены в таблице:

Источники испарения	Площадь, м <sup>2</sup>	Продолжительность испарения, с	Масса паров жидкости, кг
Поверхность разлива	1	2245,2	0,791

Итого: масса паров жидкости составит 0,791 кг.

#### Расчет коэффициента Z участия в горении паров жидкости

Жидкость нагрета до температуры вспышки или выше.

Проверка условия Д.1:

$$\frac{100m}{\rho_{\text{п}} V_{\text{св}}} < 0,5 C_{\text{НКПР}},$$

где:

$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,791 кг
$\rho_{\text{п}}$ –	плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре	2,297 кг/м <sup>3</sup>
$V_{\text{св}}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>
$C_{\text{НКПР}}$ –	нижний концентрационный предел распространения пламени	2,7 % об.

0,58 % < 1,35 % – условие выполняется.

Отношение длины помещения к ширине составляет  $1,22 \leq 5$ . Условие выполняется.

Определяем концентрацию насыщенных паров при расчетной температуре воздуха в помещении:

$$C_{\text{н}} = 100 \frac{P_{\text{н}}}{P_0} = 45,76 \% \text{ об.},$$

где:

$P_{\text{н}}$ –	давление насыщенных паров при расчетной температуре	46,219 кПа
$P_0$ –	атмосферное давление	101 кПа

Определяем предэкспоненциальный множитель  $C_0$ :

$$C_0 = C_{\text{н}} \left( \frac{m \cdot 100}{C_{\text{н}} \rho_{\text{п}} V_{\text{св}}} \right)^{0,41} = 7,61 \% \text{ об.},$$

где:

$C_{\text{н}}$ –	концентрация насыщенных паров	45,76 % об.
$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,791 кг
$\rho_{\text{п}}$ –	плотность паров ЛВЖ	2,297 кг/м <sup>3</sup>
$V_{\text{св}}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>

Определяем расстояния  $X_{\text{НКПР}}$ ,  $Y_{\text{НКПР}}$  и  $Z_{\text{НКПР}}$ :

$$X_{\text{НКПР}} = K_1 L \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 5,3 \text{ м},$$

$$Y_{\text{НКПР}} = K_1 S \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 4,34 \text{ м},$$

$$Z_{\text{НКПР}} = K_3 H \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 0,15 \text{ м},$$

где:

$K_1$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным 1,1958	1,1958
$K_2$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным $T/3600$	0,624
$K_3$ –	коэффициент, принимаемый равным 0,04714 для паров ЛВЖ при отсутствии подвижности воздушной среды; 0,3536 — для паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды	0,04714
$L$ –	длина помещения	5 м
$S$ –	ширина помещения	4,1 м
$H$ –	высота помещения	3,7 м
$\delta$ –	допустимые отклонения концентрации при заданном уровне значимости $Q(C > \bar{C}) = 0,05$	1,25

При отрицательных значениях логарифмов расстояния  $X_{\text{НКПР}}$ ,  $Y_{\text{НКПР}}$  и  $Z_{\text{НКПР}}$  принимаются равными 0.

Коэффициент  $Z$  участия в горении паров ЛВЖ при  $X_{\text{НКПР}} > L/2$  и  $Y_{\text{НКПР}} > S/2$  определяется по формуле:

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{m} \rho_{\text{г}} \left( C_0 + \frac{C_{\text{НКПР}}}{\delta} \right) F Z_{\text{НКПР}} = 0,443.$$

где:

$F$ –	площадь пола помещения	20,5 м <sup>2</sup>
-------	------------------------	---------------------

Расчет избыточного давления взрыва

					Определение категорий. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		15

Избыточное давление взрыва  $\Delta P$  для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов C, H, O, N, Cl, Br, I, F определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{св} \rho_{г,п}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_H} = 8,12 \text{ кПа},$$

где:

$P_{max}$ –	максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме	570 кПа
$P_0$ –	начальное давление	101 кПа
$m$ –	масса горючего вещества	0,791 кг
$Z$ –	коэффициент участия горючих веществ в горении	0,443
$V_{св}$ –	свободный объем помещения	59,9 м³
$\rho_{г,п}$ –	плотность газа или пара при расчетной температуре (35 °C)	2,297 кг/м³
$C_{ст}$ –	стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ	4,91 % об.
$K_H$ –	коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения	3

$\Delta P = 8,12 \text{ кПа}.$

### 3.2.1.2. Горючая нагрузка «Жидкая нагрузка\_02»

Описание: <нет>

Свойства горючего вещества:

Имя	Значение
Наименование	Ксилол (смесь изомеров) (ГОСТ 9410-60)
Описание	C8H10
Теплота сгорания	43,15 МДж/кг
Молярная масса	106,2 кг/кмоль
Нижний концентрационный предел распространения пламени	1,1 % об.
Температура вспышки	29 °C
Температура кипения	139,1 °C
Плотность жидкости	855 кг/м³
Удельная площадь разлива в помещении	1 м²/л
Константа Антуана А	6,17972
Константа Антуана В	1478,16
Константа Антуана Са	220,535

Свойства горючей нагрузки:

Имя	Значение
Суммировать расчетное избыточное давление	Нет



взрыва от различных веществ на участке	
Возможность образования взрывоопасной смеси	только в результате аварий или неисправностей
Наличие особенностей, приведенных в п.7.3.42 ПУЭ	лаборатория
Работа с горючими газами или ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами	Да
Объем аппарата	0,001 м <sup>3</sup>
Температура жидкости	35 °С
Уровень значимости (табл. Д.1 СП 12)	0,05

### Определение массы жидкости, вышедшей из аппарата при аварии

Происходит авария аппарата «Жидкая нагрузка\_02». Все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство, происходит одновременно утечка жидкости из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потокам.

Объем жидкости, вышедшей из аппарата, равен объему аппарата и составляет 0,001 м<sup>3</sup>.

Объем жидкости, вышедшей до отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{1т} = \sum qT$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Объем жидкости, вышедшей после отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{2т} = \pi \sum (r^2 L)$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Таким образом, объем жидкости, поступившей в окружающее пространство из аппарата и трубопроводов, составляет 0,001 м<sup>3</sup>.

Масса жидкости, вышедшей из аппарата и трубопроводов, составляет 0,9 кг.

Площадь разлива жидкости составляет 1 м<sup>2</sup>.

### Расчет коэффициента Z участия в горении паров жидкости

Жидкость нагрета до температуры вспышки или выше.

Проверка условия Д.1:

$$\frac{100m}{\rho_{п} V_{св}} < 0,5 C_{НКПР},$$

где:

$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,092 кг
$\rho_{п}$ –	плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре	4,199 кг/м <sup>3</sup>
$V_{св}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>
$C_{НКПР}$ –	нижний концентрационный предел распространения пламени	1,1 % об.

0,04 % < 0,55 % – условие выполняется.

Отношение длины помещения к ширине составляет  $1,22 \leq 5$ . Условие выполняется.

Определяем концентрацию насыщенных паров при расчетной температуре воздуха в помещении:

$$C_{н} = 100 \frac{P_{н}}{P_0} = 2,46 \% \text{ об.},$$

где:

$P_{н}$ –	давление насыщенных паров при расчетной температуре	2,484 кПа
$P_0$ –	атмосферное давление	101 кПа

Определяем предэкспоненциальный множитель  $C_0$ :

					Определение категорий. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		17

$$C_0 = C_n \left( \frac{m \cdot 100}{C_n \rho_n V_{св}} \right)^{0,41} = 0,44 \% \text{ об.},$$

где:

$C_n$ –	концентрация насыщенных паров	2,46 % об.
$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,092 кг
$\rho_n$ –	плотность паров ЛВЖ	4,199 кг/м <sup>3</sup>
$V_{св}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>

Определяем расстояния  $X_{НКПР}$ ,  $Y_{НКПР}$  и  $Z_{НКПР}$ :

$$X_{НКПР} = K_1 L \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{НКПР}} \right)^{0,5} = 0 \text{ м},$$

$$Y_{НКПР} = K_1 S \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{НКПР}} \right)^{0,5} = 0 \text{ м},$$

$$Z_{НКПР} = K_3 H \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{НКПР}} \right)^{0,5} = 0 \text{ м},$$

где:

$K_1$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным 1,1958	1,1958
$K_2$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным Т/3600	1
$K_3$ –	коэффициент, принимаемый равным 0,04714 для паров ЛВЖ при отсутствии подвижности воздушной среды; 0,3536 — для паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды	0,04714
$L$ –	длина помещения	5 м
$S$ –	ширина помещения	4,1 м
$H$ –	высота помещения	3,7 м
$\delta$ –	допустимые отклонения концентрации при заданном уровне значимости $Q(C > \bar{C}) = 0,05$	1,25

При отрицательных значениях логарифмов расстояния  $X_{НКПР}$ ,  $Y_{НКПР}$  и  $Z_{НКПР}$  принимаются равными 0.

Коэффициент  $Z$  участия в горении паров ЛВЖ при  $X_{НКПР} \leq L/2$  и  $Y_{НКПР} \leq S/2$  определяется по формуле:

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_n \left( C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) X_{НКПР} Y_{НКПР} Z_{НКПР} = 0.$$

Так как коэффициент  $Z$  участия в горении паров жидкости равен нулю, возникновение источника зажигания не приведет к взрыву, и расчетное давление взрыва будет равно нулю.

### 3.2.1.3. Горючая нагрузка «Жидкая нагрузка\_03»

Описание: <нет>

Свойства горючего вещества:

Имя	Значение
Наименование	Гептан
Описание	C7H16
Теплота сгорания	44,92 МДж/кг
Молярная масса	100,2 кг/кмоль
Нижний концентрационный предел распространения пламени	1,07 % об.
Температура вспышки	-4 °C
Температура кипения	98,4 °C

Плотность жидкости	684 кг/м <sup>3</sup>
Удельная площадь разлива в помещении	1 м <sup>2</sup> /л
Константа Антуана А	6,07647
Константа Антуана В	1295,405
Константа Антуана Са	219,819
Максимальное давление взрыва	843 кПа
Стехиометрическая концентрация	2,13 % об.
Стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания	9,5

Свойства горючей нагрузки:

Имя	Значение
Суммировать расчетное избыточное давление взрыва от различных веществ на участке	Нет
Возможность образования взрывоопасной смеси	только в результате аварий или неисправностей
Наличие особенностей, приведенных в п.7.3.42 ПУЭ	лаборатория
Работа с горючими газами или ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами	Да
Объем аппарата	0,0005 м <sup>3</sup>
Температура жидкости	35 °С
Уровень значимости (табл. Д.1 СП 12)	0,05

#### Определение массы жидкости, вышедшей из аппарата при аварии

Происходит авария аппарата «Жидкая нагрузка\_03». Все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство, происходит одновременно утечка жидкости из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потокам.

Объем жидкости, вышедшей из аппарата, равен объему аппарата и составляет 0,0005 м<sup>3</sup>.

Объем жидкости, вышедшей до отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{1T} = \sum qT$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Объем жидкости, вышедшей после отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{2T} = \pi \sum (r^2 L)$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Таким образом, объем жидкости, поступившей в окружающее пространство из аппарата и трубопроводов, составляет 0,0005 м<sup>3</sup>.

Масса жидкости, вышедшей из аппарата и трубопроводов, составляет 0,3 кг.

Площадь разлива жидкости составляет 0,5 м<sup>2</sup>.

#### Определение давления насыщенного пара жидкости

					Определение категорий. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		19

Давление насыщенного пара жидкости определено по формуле Антуана:

$$P_H = 10^{(A-B/(t+C_a))} = 9,837 \text{ кПа},$$

где:

$A$ –	константа Антуана	6,07647
$B$ –	константа Антуана	1295,405
$C_a$ –	константа Антуана	219,819
$t$ –	расчетная температура жидкости	35 °С

#### Расчет массы паров жидкости

Поскольку температура жидкости (35 °С) не превышает температуру окружающей среды (35 °С), то, согласно формулам (А.11), (А.12) и (А.13), расчет массы паров жидкости выполняется следующим образом:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр.}}$$

где  $m_p$  — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;  $m_{\text{емк}}$  — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;  $m_{\text{св.окр.}}$  — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых определяется по формуле:

$$m = W F_{\text{и}} T,$$

где  $W$  — интенсивность испарения, определяемая по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H = 0,00009846 \text{ кг/(с·м}^2\text{)},$$

где:

$\eta$ –	коэффициент, принимаемый по таблице А.2 СП 12.13130.2009 в зависимости от скорости (0 м/с) и температуры (35 °С) воздушного потока над поверхностью испарения	1
$M$ –	молярная масса жидкости	100,2 кг/кмоль
$P_H$ –	давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости (35 °С)	9,837 кПа

$F_{\text{и}}$  – площадь испарения, м<sup>2</sup>;  $T$  – время испарения, с – приведены в таблице:

Источники испарения	Площадь, м <sup>2</sup>	Продолжительность испарения, с	Масса паров жидкости, кг
Поверхность разлива	0,5	3600	0,177

Итого: масса паров жидкости составит 0,177 кг.

#### Расчет коэффициента Z участия в горении паров жидкости

Жидкость нагрета до температуры вспышки или выше.

Проверка условия Д.1:

$$\frac{100m}{\rho_{\text{п}} V_{\text{св}}} < 0,5 C_{\text{НКПР}},$$

где:

$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,177 кг
$\rho_{\text{п}}$ –	плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре	3,962 кг/м <sup>3</sup>
$V_{\text{св}}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>
$C_{\text{НКПР}}$ –	нижний концентрационный предел распространения пламени	1,07 % об.

0,07 % < 0,54 % – условие выполняется.

Отношение длины помещения к ширине составляет  $1,22 \leq 5$ . Условие выполняется.

					Определение категорий. ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Определяем концентрацию насыщенных паров при расчетной температуре воздуха в помещении:

$$C_H = 100 \frac{P_H}{P_0} = 9,74 \% \text{ об.},$$

где:

$P_H$ –	давление насыщенных паров при расчетной температуре	9,837 кПа
$P_0$ –	атмосферное давление	101 кПа

Определяем предэкспоненциальный множитель  $C_0$ :

$$C_0 = C_H \left( \frac{m \cdot 100}{C_H \rho_{\text{п}} V_{\text{св}}} \right)^{0,41} = 1,32 \% \text{ об.},$$

где:

$C_H$ –	концентрация насыщенных паров	9,74 % об.
$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,177 кг
$\rho_{\text{п}}$ –	плотность паров ЛВЖ	3,962 кг/м <sup>3</sup>
$V_{\text{св}}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>

Определяем расстояния  $X_{\text{НКПР}}$ ,  $Y_{\text{НКПР}}$  и  $Z_{\text{НКПР}}$ :

$$X_{\text{НКПР}} = K_1 L \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 3,94 \text{ м},$$

$$Y_{\text{НКПР}} = K_1 S \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 3,23 \text{ м},$$

$$Z_{\text{НКПР}} = K_3 H \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 0,11 \text{ м},$$

где:

$K_1$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным 1,1958	1,1958
$K_2$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным $T/3600$	1
$K_3$ –	коэффициент, принимаемый равным 0,04714 для паров ЛВЖ при отсутствии подвижности воздушной среды; 0,3536 — для паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды	0,04714
$L$ –	длина помещения	5 м
$S$ –	ширина помещения	4,1 м
$H$ –	высота помещения	3,7 м
$\delta$ –	допустимые отклонения концентрации при заданном уровне значимости $Q(C > \bar{C}) = 0,05$	1,25

При отрицательных значениях логарифмов расстояния  $X_{\text{НКПР}}$ ,  $Y_{\text{НКПР}}$  и  $Z_{\text{НКПР}}$  принимаются равными 0.

Коэффициент  $Z$  участия в горении паров ЛВЖ при  $X_{\text{НКПР}} > L/2$  и  $Y_{\text{НКПР}} > S/2$  определяется по формуле:

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{m} \rho_{\text{г}} \left( C_0 + \frac{C_{\text{НКПР}}}{\delta} \right) F Z_{\text{НКПР}} = 0,566.$$

где:

$F$ –	площадь пола помещения	20,5 м <sup>2</sup>
-------	------------------------	---------------------

#### Расчет избыточного давления взрыва

Избыточное давление взрыва  $\Delta P$  для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{\text{max}} - P_0) \frac{mZ}{V_{\text{св}} \rho_{\text{г,п}}} \cdot \frac{100}{C_{\text{ст}}} \cdot \frac{1}{K_H} = 4,92 \text{ кПа},$$

где:

$P_{\text{max}}$ –	максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме	843 кПа
$P_0$ –	начальное давление	101 кПа
$m$ –	масса горючего вещества	0,177 кг
$Z$ –	коэффициент участия горючих веществ в горении	0,566

$V_{\text{св}}$ –	свободный объем помещения	59,9 м³
$\rho_{\text{г,п}}$ –	плотность газа или пара при расчетной температуре (35 °С)	3,962 кг/м³
$C_{\text{ст}}$ –	стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ	2,13 % об.
$K_{\text{н}}$ –	коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения	3

$\Delta P = 4,92$  кПа.

#### 3.2.1.4. Горючая нагрузка «Жидкая нагрузка\_04»

Описание: <нет>

Свойства горючего вещества:

Имя	Значение
Наименование	Толуол, метилбензол, фенилметан
Описание	C7H8
Теплота сгорания	40,94 МДж/кг
Молярная масса	92,1 кг/кмоль
Нижний концентрационный предел распространения пламени	1,27 % об.
Температура вспышки	7 °С
Температура кипения	110,6 °С
Плотность жидкости	867 кг/м³
Удельная площадь разлива в помещении	1 м²/л
Константа Антуана А	6,0507
Константа Антуана В	1328,171
Константа Антуана Са	217,713
Максимальное давление взрыва	634 кПа
Стехиометрическая концентрация	2,24 % об.
Стехиометрический коэффициент кислорода в реакции сгорания	9

Свойства горючей нагрузки:

Имя	Значение
Суммировать расчетное избыточное давление взрыва от различных веществ на участке	Нет
Возможность образования взрывоопасной смеси	только в результате аварий или неисправностей

Наличие особенностей, приведенных в п.7.3.42 ПУЭ	лаборатория
Работа с горючими газами или ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами	Да
Объем аппарата	0,001 м <sup>3</sup>
Температура жидкости	35 °С
Уровень значимости (табл. Д.1 СП 12)	0,05

#### Определение массы жидкости, вышедшей из аппарата при аварии

Происходит авария аппарата «Жидкая нагрузка\_04». Все содержимое аппарата поступает в окружающее пространство, происходит одновременно утечка жидкости из трубопроводов, питающих аппарат по прямому и обратному потокам.

Объем жидкости, вышедшей из аппарата, равен объему аппарата и составляет 0,001 м<sup>3</sup>.

Объем жидкости, вышедшей до отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{1T} = \sum qT$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Объем жидкости, вышедшей после отключения трубопроводов, определяется по формуле  $V_{2T} = \pi \sum (r^2 L)$  и составляет 0 м<sup>3</sup>.

Таким образом, объем жидкости, поступившей в окружающее пространство из аппарата и трубопроводов, составляет 0,001 м<sup>3</sup>.

Масса жидкости, вышедшей из аппарата и трубопроводов, составляет 0,9 кг.

Площадь разлива жидкости составляет 1 м<sup>2</sup>.

#### Определение давления насыщенного пара жидкости

Давление насыщенного пара жидкости определено по формуле Антуана:

$$P_H = 10^{(A-B/(t+C_a))} = 6,238 \text{ кПа},$$

где:

$A$ –	константа Антуана	6,0507
$B$ –	константа Антуана	1328,171
$C_a$ –	константа Антуана	217,713
$t$ –	расчетная температура жидкости	35 °С

#### Расчет массы паров жидкости

Поскольку температура жидкости (35 °С) не превышает температуру окружающей среды (35 °С), то, согласно формулам (А.11), (А.12) и (А.13), расчет массы паров жидкости выполняется следующим образом:

$$m = m_p + m_{\text{емк}} + m_{\text{св.окр.}}$$

где  $m_p$  — масса жидкости, испарившейся с поверхности разлива, кг;  $m_{\text{емк}}$  — масса жидкости, испарившейся с поверхностей открытых емкостей, кг;  $m_{\text{св.окр.}}$  — масса жидкости, испарившейся с поверхностей, на которые нанесен применяемый состав, кг.

При этом каждое из слагаемых определяется по формуле:

$$m = W F_H T,$$

где  $W$  – интенсивность испарения, определяемая по формуле:

$$W = 10^{-6} \cdot \eta \cdot \sqrt{M} \cdot P_H = 0,00005987 \text{ кг/(с·м}^2\text{)},$$

где:

$\eta$ –	коэффициент, принимаемый по таблице А.2 СП 12.13130.2009 в	1
----------	--	---

					Определение категорий. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		23

	зависимости от скорости (0 м/с) и температуры (35 °С) воздушного потока над поверхностью испарения	
$M$ –	молярная масса жидкости	92,1 кг/кмоль
$P_H$ –	давление насыщенного пара при расчетной температуре жидкости (35 °С)	6,238 кПа

$F_{\text{и}}$  – площадь испарения, м<sup>2</sup>;  $T$  – время испарения, с – приведены в таблице:

Источники испарения	Площадь, м <sup>2</sup>	Продолжительность испарения, с	Масса паров жидкости, кг
Поверхность разлива	1	3600	0,216

Итого: масса паров жидкости составит 0,216 кг.

### Расчет коэффициента $Z$ участия в горении паров жидкости

Жидкость нагрета до температуры вспышки или выше.

Проверка условия Д.1:

$$\frac{100m}{\rho_{\text{п}} V_{\text{св}}} < 0,5 C_{\text{НКПР}},$$

где:

$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,216 кг
$\rho_{\text{п}}$ –	плотность паров ЛВЖ при расчетной температуре	3,641 кг/м <sup>3</sup>
$V_{\text{св}}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>
$C_{\text{НКПР}}$ –	нижний концентрационный предел распространения пламени	1,27 % об.

0,1 % < 0,64 % – условие выполняется.

Отношение длины помещения к ширине составляет  $1,22 \leq 5$ . Условие выполняется.

Определяем концентрацию насыщенных паров при расчетной температуре воздуха в помещении:

$$C_{\text{н}} = 100 \frac{P_{\text{н}}}{P_0} = 6,18 \% \text{ об.},$$

где:

$P_{\text{н}}$ –	давление насыщенных паров при расчетной температуре	6,238 кПа
$P_0$ –	атмосферное давление	101 кПа

Определяем предэкспоненциальный множитель  $C_0$ :

$$C_0 = C_{\text{н}} \left( \frac{m \cdot 100}{C_{\text{н}} \rho_{\text{п}} V_{\text{св}}} \right)^{0,41} = 1,13 \% \text{ об.},$$

где:

$C_{\text{н}}$ –	концентрация насыщенных паров	6,18 % об.
$m$ –	масса паров ЛВЖ	0,216 кг
$\rho_{\text{п}}$ –	плотность паров ЛВЖ	3,641 кг/м <sup>3</sup>
$V_{\text{св}}$ –	свободный объем помещения	59,9 м <sup>3</sup>

Определяем расстояния  $X_{\text{НКПР}}$ ,  $Y_{\text{НКПР}}$  и  $Z_{\text{НКПР}}$ :

$$X_{\text{НКПР}} = K_1 L \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 1,98 \text{ м},$$

$$Y_{\text{НКПР}} = K_1 S \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 1,62 \text{ м},$$

$$Z_{\text{НКПР}} = K_3 H \left( K_2 \ln \frac{\delta C_0}{C_{\text{НКПР}}} \right)^{0,5} = 0,06 \text{ м},$$

где:

$K_1$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным 1,1958	1,1958
$K_2$ –	коэффициент, принимаемый для паров ЛВЖ равным $T/3600$	1



$K_3$ –	коэффициент, принимаемый равным 0,04714 для паров ЛВЖ при отсутствии подвижности воздушной среды; 0,3536 — для паров ЛВЖ при подвижности воздушной среды	0,04714
$L$ –	длина помещения	5 м
$S$ –	ширина помещения	4,1 м
$H$ –	высота помещения	3,7 м
$\delta$ –	допустимые отклонения концентрации при заданном уровне значимости $Q(C > \bar{C}) = 0,05$	1,25

При отрицательных значениях логарифмов расстояния  $X_{НКПР}$ ,  $Y_{НКПР}$  и  $Z_{НКПР}$  принимаются равными 0.

Коэффициент  $Z$  участия в горении паров ЛВЖ при  $X_{НКПР} \leq L/2$  и  $Y_{НКПР} \leq S/2$  определяется по формуле:

$$Z = \frac{5 \cdot 10^{-3} \pi}{m} \rho_{\Gamma} \left( C_0 + \frac{C_{НКПР}}{\delta} \right) X_{НКПР} Y_{НКПР} Z_{НКПР} = 0,104.$$

### Расчет избыточного давления взрыва

Избыточное давление взрыва  $\Delta P$  для индивидуальных горючих веществ, состоящих из атомов С, Н, О, N, Cl, Br, I, F определяется по формуле:

$$\Delta P = (P_{max} - P_0) \frac{mZ}{V_{св} \rho_{\Gamma,П}} \cdot \frac{100}{C_{ст}} \cdot \frac{1}{K_H} = 0,82 \text{ кПа},$$

где:

$P_{max}$ –	максимальное давление, развиваемое при сгорании стехиометрической газовой или паровой смеси в замкнутом объеме	634 кПа
$P_0$ –	начальное давление	101 кПа
$m$ –	масса горючего вещества	0,216 кг
$Z$ –	коэффициент участия горючих веществ в горении	0,104
$V_{св}$ –	свободный объем помещения	59,9 м³
$\rho_{\Gamma,П}$ –	плотность газа или пара при расчетной температуре (35 °С)	3,641 кг/м³
$C_{ст}$ –	стехиометрическая концентрация ГГ или паров ЛВЖ и ГЖ	2,24 % об.
$K_H$ –	коэффициент, учитывающий негерметичность помещения и неадиабатичность процесса горения	3

$\Delta P = 0,82 \text{ кПа}.$

### 3.2.2. Определение категории помещения

Рассчитанное избыточное давление взрыва на участках:

Участок	Рассчитанное избыточное давление взрыва
Участок_01	8,12 кПа

В помещении обращаются горючие газы и (или) легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С в таком количестве, что могут образовывать взрывоопасные парогазовоздушные смеси, при воспламенении которых развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа, поэтому помещение относится к категории А.

### 3.2.3. Определение класса зоны помещения по ПУЭ

Согласно п. 7.3.38 ПУЭ, класс взрывоопасной зоны определяется технологами совместно с электриками проектной или эксплуатирующей организации.

					Определение категорий. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

Согласно п. 7.3.42 ПУЭ, зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и ЛВЖ имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и в которых работа с горючими газами и ЛВЖ производится в вытяжных шкафах или под вытяжными зонтами, **относятся к помещениям с нормальной средой.**

### 3.2.4. Определение класса зоны помещения по ФЗ №123

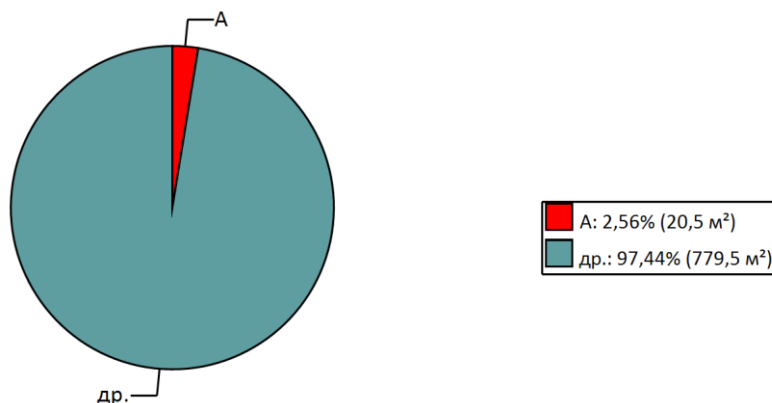
Согласно ст. 19 "Технического регламента о требованиях пожарной безопасности", зоны, в которых при нормальном режиме работы оборудования не образуются взрывоопасные смеси газов или паров жидкостей с воздухом, но возможно образование такой взрывоопасной смеси газов или паров жидкостей с воздухом только в результате аварии или повреждения технологического оборудования, **относятся к классу 2.**

### 3.3. Определение категории здания

Площадь здания «Здание\_01» составляет 800 м<sup>2</sup>.

Категория	Суммированная площадь помещений, м <sup>2</sup>	Отношение суммированной площади помещений к площади здания, %	Наличие АУПТ
А	20,5	2,6	Нет

Здание «Здание\_01» относится к категории Д.



#### 4. Рассчитанные категории помещений

Здание\_01

Помещение	Площадь	Имеется автоматическое пожаротушение	Категория	Класс зоны по ПУЭ	Класс зоны по ФЗ №123	Обозначение
Помещение_01	20,5 м <sup>2</sup>	Нет	А	нормальная среда	2	

## 5. Рассчитанные категории зданий

Здание	Площадь	Категория
Здание_01	800 м <sup>2</sup>	Д

6. Заключение

текст заключения

## 7. Нормативные ссылки и справочные данные

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» (ред. от 13.07.2015).
2. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Измененная редакция, Изм. № 1.
3. ГОСТ 12.1.044-89\*. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
4. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с изм., утв. приказом МЧС России от 9 декабря 2010 г. № 643).
5. НПБ 23-2001. Пожарная опасность технологических сред. Номенклатура показателей.
6. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Шестое издание (утв. Главтехуправлением, Госэнергонадзором Минэнерго СССР 05.10.1979, ред. от 20.06.2003).
7. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справ. изд.: в 2 книгах / А.Н. Баратов, А.Я. Корольченко, Г.Н. Кравчук и др. – М.: Химия, 1990. – ISBN 5-7245-0408-1.
8. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения. Справочник: в 2-х ч. – 2-е изд., перераб. и доп. / А.Я. Корольченко, Д.А. Корольченко. – М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004. – ISBN 5-901283-02-3.
9. Пособие по применению СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» / И.М. Смолин, Н.Л. Полетаев, Д.М. Гордиенко, Ю.Н. Шебеко, Е.В. Смирнов. М.: ВНИИПО, 2014. – 147 с.
10. Земский Г.Т., Зуйков А.В. Категорирование помещений с наличием летучих жидкостей // Пожарная безопасность. – 2013. – №1. – С. 39-45.
11. Кошмаров Ю.А. Прогнозирование опасных факторов пожара в помещении: Учебное пособие. – М.: Академия ГПС МВД России, 2000. – 118с.
12. А.А. Абашкин, А.В. Карпов, Д.В. Ушаков, М.В. Фомин, А.Н. Гилетич, П.М. Комков. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности». – М.: ВНИИПО, 2012. – 83 с.