

*Климова Елена Владимировна,  
кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Экологии и  
природоохранной деятельности» Российский государственный  
социальный университет Россия, г. Москва*

*Жерновая Дарья Сергеевна,  
студент, 3 курс, Факультет комплексной безопасности и основ военной  
подготовки Российский государственный социальный университет  
Россия, г. Москва*

## **ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА РИСК ЗАТОПЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ: УТЕЧКИ, НАРУШЕНИЯ ДРЕНАЖА, ИЗМЕНЕНИЕ СТОКА**

***Аннотация.** Статья посвящена анализу техногенных факторов, способствующих затоплению и подтоплению промышленных территорий. Рассмотрены три ключевых фактора: утечки из инженерных сетей и ёмкостей, нарушение работы дренажных систем и изменение поверхностного стока вследствие хозяйственной деятельности. Описаны механизмы формирования подтопления для каждого фактора, дана количественная оценка их вклада, предложены основные направления защитных мероприятий. Материал опирается на действующие нормативные документы (СП 104.13330.2016, СП 32.13330.2018) и практику инженерных изысканий.*

***Ключевые слова:** затопление, подтопление, промышленные территории, техногенные факторы, дренаж, утечки, поверхностный сток, водный баланс.*

***Annotation.** The article is devoted to the analysis of man-made factors contributing to flooding and submersion of industrial areas. Three key factors are considered: leaks from engineering networks and storage facilities, disruption of*

*drainage systems, and changes in surface runoff due to economic activity. The mechanisms of submersion formation for each factor are described, their contribution is quantitatively assessed, and the main directions for protective measures are proposed. The material is based on current regulatory documents (SP 104.13330.2016, SP 32.13330.2018) and engineering survey practice.*

**Keywords:** *flooding, subsidence, industrial areas, man-made factors, drainage, leaks, surface runoff, water balance.*

Затопление и подтопление промышленных территорий — одна из наиболее распространённых причин нарушения эксплуатации объектов и возникновения ущерба. Согласно СП 104.13330.2016 «Инженерная защита территорий от затопления и подтопления», под затоплением понимается повышение уровня воды над поверхностью земли, а под подтоплением — повышение уровня подземных вод, приводящее к нарушению условий строительства и эксплуатации. На промышленных площадках эти процессы нередко обусловлены не природными, а техногенными факторами, связанными с хозяйственной деятельностью человека.

Цель статьи — систематизировать основные техногенные факторы риска затопления промышленных территорий, раскрыть механизмы их воздействия и обозначить направления защитных мероприятий.

Утечки из водонесущих коммуникаций (водопровод, теплосети, канализация, технологические трубопроводы) и ёмкостного оборудования являются одним из наиболее значимых источников подтопления промтерриторий. По данным эксплуатации промышленных сетей, доля систематических (постоянных, малозаметных) утечек может составлять 50–60 % от общего объёма потерь, аварийных — до 40 % [1].

Основные причины утечек:

– физический износ труб и стыков (для сетей со сроком службы более 30 лет износ может превышать 80 %);

- коррозионное разрушение (особенно в грунтах с высокой агрессивностью);
- механические повреждения при земляных работах;
- нарушение гидроизоляции ёмкостей и резервуаров.

Механизм воздействия заключается в постоянном инфильтрационном подпитывании грунтовых вод. Даже небольшая по объёму утечка при длительном воздействии способна поднять уровень грунтовых вод (УГВ) на несколько метров, особенно на площадках с слабопроницаемыми грунтами и плохим естественным дренажем. По данным натурных наблюдений, систематические утечки из теплосетей могут обеспечивать инфильтрационное питание в размере 0,1–0,5 м<sup>3</sup>/сут на 1 км трассы, что в условиях промышленной застройки создаёт существенный подпор [2].

Дренажные системы (кольцевые, пристенные, пластовые, систематические) проектируются для перехвата и отвода подземных и поверхностных вод. Нарушение их работы — второй по значимости техногенный фактор затопления.

Согласно СП 32.13330.2018 «Канализация. Наружные сети и сооружения», основные причины снижения эффективности дренажа:

- кольматация фильтров и дренажных труб частицами грунта и химическими осадками;
- засорение трубопровода механическими включениями, биологическими обрастаниями;
- деформации и разрушения элементов дренажа вследствие нагрузок от транспорта и строительной техники;
- изменение гидрогеологических условий за счёт нового строительства (уплотнение грунта, изменение направлений потока).

Особую опасность представляет частичная потеря работоспособности дренажа при сохранении видимости исправности: колодцы не затоплены, отвод воды происходит, но расход снижается в 2–3 раза. В таких условиях

территория продолжает подтапливаться, а причина устанавливается с задержкой.

Для количественной оценки эффективности дренажа используется коэффициент его действия, определяемый как отношение пониженного уровня УГВ к проектному понижению. При значении ниже 0,6–0,7 дренаж требует реконструкции или промывки [3].

Застройка промышленных территорий коренным образом изменяет условия формирования поверхностного стока. Основные проявления:

Увеличение площади водонепроницаемых покрытий. Доля асфальтированных и бетонированных площадок на промышленных объектах может составлять 65–90 % общей площади. Коэффициент стока для таких поверхностей достигает 0,85–0,95 (против 0,1–0,3 для естественных грунтов). Это приводит к многократному увеличению объёмов дождевого и талого стока, который не успевает инфильтроваться и скапливается в понижениях рельефа.

Нарушение рельефа и уничтожение естественной гидросети. При планировке территории часто засыпаются естественные понижения, овраги и ложбины, служившие путями концентрированного стока. В результате вода скапливается в неожиданных местах, не предусмотренных проектом ливневой канализации.

Барражный эффект. Фундаменты глубокого заложения, подземные сооружения и подпорные стены создают барьеры для подземного стока. На участках с градиентом потока это вызывает подпор и подъём УГВ выше отметок пола подвалов и фундаментов. Особенно ярко проявляется при строительстве заглубленных сооружений на подтапливаемых территориях.

Недостаточность ливневой канализации.

Проектные расчёты ливневой канализации часто выполняются на нормативные расходы, которые не учитывают фактическую плотность застройки и изменение климатических характеристик. Перекрёстное

наложение перечисленных факторов приводит к систематическому затоплению пониженных участков при дождях интенсивностью выше расчётной.

На основе анализа факторов предлагаются следующие направления защиты:

1. Контроль утечек: организация регулярного мониторинга водонесущих сетей (тепловизионный контроль, акустическая течеискания), своевременная замена изношенных участков, применение коррозионно-стойких труб, устройство защитных гидроизоляционных экранов в местах прокладки коммуникаций.

2. Восстановление и модернизация дренажа: периодическая промывка и теледиагностика дренажных труб, замена кольматированных фильтров, устройство дополнительных дренажных линий на участках с подтверждённым подъёмом УГВ, контроль эффективности дренажа по данным пьезометрических наблюдений.

3. Регулирование поверхностного стока: реконструкция ливневой канализации с пересчётом расходов по актуальным климатическим данным, устройство локальных аккумулирующих ёмкостей, восстановление путей концентрированного стока.

4. Мониторинг и прогнозирование: создание сети наблюдательных скважин с автоматической регистрацией УГВ, интеграция данных мониторинга в систему прогноза затопления, определение пороговых значений уровня воды для оповещения и запуска защитных мероприятий.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Техногенные факторы (утечки, нарушение дренажа, изменение стока) в условиях промышленной застройки нередко играют определяющую роль в формировании зон затопления и подтопления. Вклад этих факторов взаимосвязан: утечки повышают приток подземных вод, нарушение дренажа снижает его отвод, а изменение стока увеличивает поверхностное затопление.

Эффективная защита требует комплексного подхода, сочетающего контроль утечек, поддержание дренажа в работоспособном состоянии, регулирование стока и непрерывный мониторинг гидрогеологической обстановки.

#### **Список литературы:**

1. СП 104.13330.2016. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления. — М.: Минстрой России, 2016. — 58 с.
2. СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. — М.: Минстрой России, 2018. — 72 с.
3. Пособие к СНиП 2.06.15-85. Прогнозы подтопления и расчёт дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях. — М.: Стройиздат, 1991. — 168 с.
4. ВСЕГИНГЕО. Методические рекомендации по защите территорий от затопления и подтопления. — М., 2009. — 85 с.
5. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территорий от затопления и подтопления. — М.: Госстрой СССР, 1985. — 25 с.